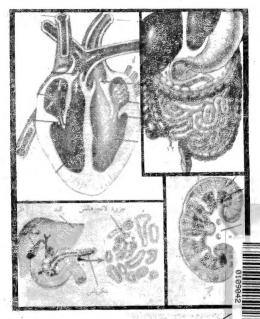
القِسيولوجياً علم وظائف الأعضاء



مُوْسِسَة شِبابِّ الجامعة ٤٠ ش الدكتورمصطعيٰ مشرفة ت ٢٨٣٩٤٧ - اسكتريي الم المورد المو

الفسيولوجسيا

علم وظائف الأعضاء

دکنور کمال شرقاوی غزال*ی*

1990

مؤسسة شياب الجامعة * ع ش الدكتور مصطفى مشرفة ت: ٢٨٣٩٤٧٧ – الاسكندرية

ظللت فترة طويلة وحتى الآن يشغل ذهنى قضية الثقافة العلمية، بل قل قضية الأمية العلمية، فأعجب لمتخصص يحصل على أعلى الدرجات العلمية في الفلسفة أو علم النفس أو التاريخ أو النقد الأدبى، ثم لايدرى شيئًا عن أبسط البديهيات العلمية. وكأنها نظرة الند للند حين ينظر أيضا المتخصص في الكيمياء أو الفيزياء أو النبات أو الحيوان إلى العلوم النظرية الأخرى نظرة عمياء وهو لايدرى شيئًا عن الفلسفة ولا علم النفس ولا التاريخ ولا النقد الأدبى. من هذه الزاوية فكرت في هذا المؤلف.

ولست بهذا المؤلف أدخل في إطار الكتاب المقرر فحسب، الذي يكون محدداً محدداً محدوداً ضيق الدائرة لجمع من الطلاب يدرسونه لفترة قصيرة من الزمن ثم بعد ذلك يلقونه بعيداً عن اهتماماتهم. لكنني آثرت الخروج عن إطار ماتفرضه ضوابط المقررات الدراسية قاصداً السعى إلى القارئ العام بهذا الجهد العلمي بلغة عربية سهلة الإدراك طبعة المفردات سليمة البيان. وحاولت فيها أن أنفلت من أسر الأكاديمية قصداً للإسهام في التنقيف العام.

ولقد ضنت المكتبة العربية .. إلا النفر اليسير .. بأمثال هذه الكتب التي تقدم المفردات العلمية باللغة العربية. لذا فأنا أقدم مؤلفي هذا ليسد فراغًا مكتبيًا منهجيًا كمرجع علمي إلى الدراسين في الجامعات وإلى الراغبين في المعرفة العلمية.

أما بالنسبة للمحتوى العلمى للكتاب فقد اجتهدت وجاهدت في أن أبرز فلسفة هذا العلم _ التي طالما غابت عن الكثيرين _ ألا وهي الوصول بالكائن الحي إلى الاستقرار الذاتي Homeostasis الذي يقصد به هدف الآليات الحيوية في الجسم للمحافظة على محيط داخلي ثابت، أو بمعنى آخر فهو

الذي يقصد به غاية التعاون الكامل لجميع الأعضاء الحيوية للجسم كأجهزة الهضم والتنفس والدوران والاخراج وغيرها. وبسبب عدم قدرة الخلايا على حماية أنفسها من أية تغيرات مؤذية في المحيط الداخلي لذا فمن الضروري بقاء التكوين الكيميائي والفيزيائي للسائل النسيجي ثابتًا تقريبًا بقدر المستطاع. لكن ثمة عاملان يحاولان إفساد هذا الثبات وهما : التغيرات الخارجية المحيطة بالخلايا مثل التغير في درجة الحرارة، والتغيرات الداخلية كتلك التي تنجم عن أنشطة الجسم المختلفة في تراكيز الأكسجين والغذاء ونوانج الفضلات وأيونات الهيدروجين والهيدروكسيد ودرجة الحرارة والضغط الأسموزي والمحتوى الغروي. ولما كانت هذه المكونات تتغير باستمرار فإن ثبات الوسط الداخلي هو توازن ديناميكي يتباين فقط ضمن حدود ضيقة منسجماً مع بقاء ووظيفة الخلايا. من هنا وصفت المحافظة على ثبات الوسط الداخلي بالاستقرار الذاتي. ومن ثم جاء هذا المؤلف. وقد اعتنيت بأن يقدم رؤية متكاملة عن فسيولوجية الجسم، خاصة في الكائن الحي البشرى باعتباره قطب اهتمام الجميع خاصة غير المتخصصين منهم. فتسلسلت الموضوعات التي تعتبر مظاهراً للحياة، وقد سبقتها إشارة إلى الخلية ومكوناتها ووظائفها ودورها في نقل المواد المختلفة باعتبارها الوحدة الأساسية في تركيب ووظيفة الجسم، وكذلك الإنزيمات؛ العوامل المساعدة التي تسهل عمل كل آليات الجسم وأنشطته. وجاء الفصل الأخير جامعاً لكثير من التجارب العملية الفسيولوجية.

وبعد، فإنى أرفع اكبارى وتقديرى لكل أساندتى الذين فتحوا لى الطريق للنهل من زاد المعرفة والعلم. وأخيراً فإنى أتمنى من الله عز وجل أن يكون قد وفقنى فيما قصدت. أما إذا لم أوفق فعذرى أن الكمال لله وحده.

دكتور / كمال شرقاوى غزالى

The Cell

الفصـــل الأول

الخليسية

مفهوم الخلية

الخلية هى الوحدة الأولية والتركيبية فى بنيان الجسم. ويمكن تعريفها على أنها كتلة صغيرة من المادة الحية (البروتوبلازم) يحيط بها غشاء خلوى وفى وسطها نواة.

ويرجع الفضل في اكتشاف الخلية إلى العالم البريطاني روبرت هوك ويرجع الفضل في اكتشاف الخلية إلى العالم البريطاني روبرت هوك به Robert Hooke من حالا أول من صحم ميكروسكو) فحص به قطاعات من الفلين. فشاهد من خلاله ثقوباً أو فراغات صغيرة تشبه تلك التني في أقراص عسل النحل، وقد أطلق عليها اسم خلايا. وفي عام ١٨٣٨ من استنج عالم النبات الألماني شلايدن Schleiden أن الأنسجة النباتية تتركب من أحدات صغيرة هي الخلايا. وفي السنة التالية أكد عالم الحيوان شيفان Schwann أن الأنسجة الحيوانية تتألف أيضا من وحدات تركيبية هي الخلايا. وبعد ذلك اتسع مفهوم الخلية ناوضح عالم الأمراض الألماني فيرشو Wichow أن الخلايا تتج من خلايا سابقة لها. لهذا فقد وضعت النظرية الخلوية الحالية Theory بفضل هؤلاء العلماء الثلاثة. ثم غير مسماها فيما بعد إلى نظرية الكائن الحي كون على الكائن

الحى ككل، وليس على الخلية. وتتلخص فروض هذه النظرية في أن الخلية هي وحدة التركيب والوظيفة والإنقسام والوراثة في الكائن الحي.

وتختلف الخلايا في الشكل والحجم والوظيفة. فمن حيث الشكل تتخذ الخلايا أشكالاً هندسية مختلفة، منها مايكون كروياً أو مستطيلاً أو مكماً أو خيطياً أو أسطوانياً أو شجرياً متفرعاً. ومنها ما يتغير شكله حسب حاجة الحيوان كخلايا الدم البيضاء. أما حجم الخلايا فيتراوح بين ١٠ و ١٠٠ ميكرون (الميكرون = ... ملليمترا، إلا أن الخلايا العصبية قد يصل طول بعضها إلى سبعة أقدام كما في الزرافة. أما بالنسبة للوظيفة فتختلف الخلايا أيضا حسب وظيفتها إلى حسية وحركية وجنسية وغيرها.

البروتوبلازم

البروتوبلازم Protoplasm هو نظام معقد من مواد كيميائية وتراكيب متعضية ذات قوام هلامي بسيط يوصف بأنه مستحلب غروى، نصف صلب أو نعمف سائل يمكنه التحول السريع من حالة السيولة Sol إلى حالة العملابة Gel أو العكس. وقوامه حبيبي. وتتركب المادة المنتشرة فيه من تجمعات من الجزيئات معلقة في الوسط الإنتشاري. وهي في حركة دائمة يشار إليها بالحركة البراونية.

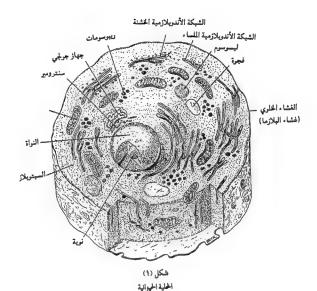
ومن حيث التركيب الكيمياتي فإن أكثر العناصر الكيمياتية وفرة في البروتوبلازم هو الأكسجين (٦٦). أما العتاصر الأخرى في البروتوبلازم فهي الكربون (٥٦٠) والهيدروجين (٥١٠) والنيتروجين (٥٢٠): أما الباقي (٤٠٥) فيدخل في تأكوينه بنسب مختلفة عناصر مثل الفوسفور والبوتاسيوم والكبريت والكلور والصوديوم والكالسيوم والماغنسيوم والنحاس والحديد والزنك والكوبلت والمنجنيز. ويشير التحليل الكيميائي لخلية حيوانية نموذجية في

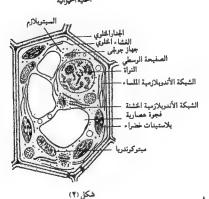
الحيوانات الراقية التامة النمو إلى أنها تتكون من 170 ماء و 100 بروتين و 17 دهون و 17 كربوهيدرات و 28 مواد غير عضوية. ومع ذلك فلايجب اعتبار البروتوبلازم خليطاً من المكونات المذكورة، لأنه من الممكن تفتيت الخلية وعزل الأجزاء المكونة لها، إلا أن هذه المكونات تقوم لوقت قليل ببعض التفاعلات الكيميائية الاعتبادية لكنها لاتشكل حياة. إذن البروتوبلازم هو توليفة من مواد كيميائية تظهر خواص وأنشطة الحياة، لذا يطلق عليه المادة الحية.

وللبروتوبالازم خواص فسيولوجية هامة كالنقل النشط النشط Conductivity وقابلية الانقباض Conductivity و الترصيل Irritability والأيامة (Pritability والأيض Metabolism والأخراج (والأيض Exerroduction) والاخراج المسيولوجية يعبر عنها بالحياة.

تركيب الخلية

تتركب الخلية الحيوانية (شكل ١) من ثلاثة تراكيب رئيسية هي الغشاء الخلوى Plasma Membrane (الغشاء البلازمي Plasma Membrane) والنواة الخلية المواسية السيتوبلازم Cell Membrane. وهي تختلف في تركيبها عن الخلية النابية (شكل ٢) في عدة اعتبارات أهمها أن الخلية الحيوانية يحيط بها غشاء خلوى Cell Wall يينما يحيط بالخلية النباتية جدار خلوى Cell Wall ويختلف الغشاء الخلوى للخلية الحيوانية عن الجدار الخلوى المغلف للخلية النباتية في أن الأخير غلاف قوى صلب ميت يتركب أساسا من مادة كروهيدرات عضراء، أما الخلية النباتية مختوى على فجوات عصارية وبلاستيدات خضراء، أما الخلية الحيانية فلا.





الخلية النباتية

أولا الغشاء الخلوى Cell Membrane

هو عبارة عن غشاء رقيق نصف نفاذ يحيط بعضيات الخلية الداخلية ويحفظها. ويبلغ سمكه حوالى ١٠٠ أنجستروم (الأنجستروم = من الملكرون، والميكرون = من الملليمتر). وهو يحدد ما يجب أن يدخل أو يخرج من وإلى الخلية. ويتركب من طبقة يرونين مندسة بين طبقتين من اللهون. ولعل هذا التركيب له علاقة بدخول بعض المواد إلى الخلية وامتناع غيرها. فقد اتضع أن الغشاء الخلوى يتصف بظاهرة النفاذي الاحتيارية بينما يمنع دخول مواد أخرى. لذا يوصف بأن له القدرة على اختيار مايلزمه من عناصر غذائية.

وللغشاء الخلوي عدة وظائف هامة، تتلخص في أنه :

١_ يحدد شكل الخلية، وكذلك الفراغات داخلها وخارجها.

٧_ يشكل معبرًا للمواد اللازمة للخلية والفضلات الناججة عن الأيض.

٣_ يشكل موقعاً لنقل المعلومات بتأثير الهرمونات والسيالات العصبية.

عليه مستقبلات Receptors تعمل على استجابة الخلية الفسيولوجية
 أو الكيميائية بسبب نقلها الإحساس.

 هـ تقع عليه أيونات الكالسيوم التى تلعب دوراً أساسياً في عملية الاتصال العمبي.

آ- يحمل عدة إنزيمات هامة تشترك في كثير من التفاعلات مثل إنزيم أدينوسين ثلاثي الفوسفاتيز ATP ase المنشط للصوديوم والبوتاسيوم والمرتبط بما يعرف بمضخة الصوديوم وكذلك إنزيم أحادى أمين أكسيديز Mono-Amin-Oxidase المنشط للكاتيكول أمين وكذلك إنزيم أدينيل ميكليز Adenyl Cyclase الذي يعمل تشيطه على تخول أدينوسين ثلاثي الفوسفات الحلقي ATP إلى أدينوسين أحادى الفوسفات الحلقي Cyclic AMP.

ثانيا _ النواة Nucleus

هى أكبر أجزاء الخلية وأكثرها وضوحاً. ولشكلها علاقة بشكل الخلية فهى كرية بالخلايا المستديرة ومستطيلة بالخلايا المستطيلة أو غير منتظمة كما في خلايا اللم البيضاء. ويختلف عدد الأنوية في الخلية، فهى في ألياف العضلات الهيكلية أكثر من واحدة، لكنها واحدة فقط في الأحوال العادية. وتتركب النواة من أربعة أجزاء هي :

ا_ الغلاف النووي Nuclear Membrane

وهو يحيط بالنواة ويحفظ مكوناتها. ويتخلله ثقوب صغيرة جداً تسمح باتصال مباشر بين محتويات النواة وسيتوبلازم الخلية. وبالتالى تنظم تبادل مرور المواد بين النواة والسيتوبلازم. ويتركب الغلاف النووى من غشائين: داخلى وخارجى. ويتصل الغشاء الخارجى بالغشاء الخلوى عن طريق قنوات الشبكة الإندوبلازمية.

Nuclear Sap المصير النووي

وهو يماذ النواة، حيث تسبح جميع مكوناتها فيه. ويتألف من بروتينات وكربوهيدرات وأحماض أمينية وإنزيمات تصل كلها إلى السيتوبلازم عن طريق الثقوب الموجودة بالغلاف النووي.

Nucleolus النوية

وهى عبارة عن جسيم كروى صغير بلا غشاء وغنية بالحامض النووى RNA. لذلك تلعب دورًا هامًا فى انتاج الريبوسومات (RRNA) الضرورية لتكوين البروتينات فى الخلية.

1- الشبكة الكروماتينية Chromatin Net

وهى عبارة عن خيوط رفيعة متشابكة مع بعضها تدعى بالكروموسومات ثابت Chromosomes وتخسمل المادة الورائية DNA. وعدد الكروموسومات ثابت للنوع الواحد، ف بنى فى الكلب ٥٢ وفى الانسان ٤٦ وفى الفأر ٤٠ وفى القط ٣٨ وفى ذبابة الفاكهة ٨ وفى الاسكارس ٢ فقط.

الكا_ السيتوبلازم Cytoplasm

هو المادة البروتوبلازمية التي تنغمس فيها النواة وعضيات خلوية هي النبكة الإندوبلازمية والميتوكوندريا وجهاز جولجي والجسيمات المحللة (الليسوسومات) والريوسومات والسنتريولات، وهو مركز مخلل الجلوكوز Glycolysis وتصنيع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogensis ومسار البنتوز فوسفات Pentose phosphate Pathway.

1_ الشبكة الإلدوبلازمية Endoplasmic Reticulum

هى عبارة عن انسعاجات داخل السيتوبلازم على شكل أنابيب وحويصلات تصل ما بين الغلاف النووى وسطح الخلية. فتعمل على توصيل المواد مابين الأجزاء الخلوبة في السيتوبلازم من جهة، ومن النواة إلى خارج الخلية أو العكس من جهة أخرى. وهي أيضا تزيد من مساحة السطح المعرض للخلية عما يزيد من فعالية أنشطتها الحيوبة. والشبكة الإندوبلازمية نوعان :

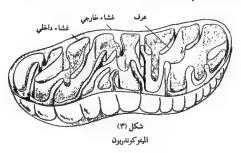
أ_ الشبكة الإندوبالازمية الخشنة Rough Endoplasmic Reticulum ، وتنتشر
 عليها حبيبات الريبوسومات الغنية بحامض الريبونيو كليك RNA ، التي يتم
 صنعها في النواة . لذا فهي تعمل كمركز للريومومات التي تقوم بتصنيع البروتين .

ب _ الشبكة الإندوبالازمية الملساء smooth Endoplasmic Reticulum: والايوجد عليها أى من حبيبات الريبوسومات. وهي تعمل على صنع الدهون والهرمونات الستيرويدية وبعض مكونات الخلية الأخرى كأجسام جولجي. كما تقوم بنقل المواد المصنوعة داخل الخلية نفسها.

Mitochondria الميتوكوندريا

تختلف الميتوكوندريا في الشكل الخارجي مابين عضية أسطوانية أو كروية أو خيطية، مما يؤكد أنها تفير شكلها حسب الحالة الفسيولوجية للخلية. وهي

تنتشر في جميع الخلايا ماعدا خلايا الدم الحمراء في الثدييات. وتتراوح أحجامها من ٢٠٠ إلى ٥ ميكرونات. وتتركب الميتوكوندريا من غشاء مزدوج الجدار من البروتين والدهون (شكل ٣). ويتحكم الغشاء الخارجي منه في مرور جزيئات المواد الكيميائية من وإلى داخل الميتوكوندريا. أما الغشاء الداخلي فهو كثير التعرج ويشكل نتوءات وبروزات عديدة إصبعية الشكل متجهة إلى الداخل تسمى الأعراف Cristae. فتزيد بذلك مساحة سطحها. ويقع بين هذه الأعراف المادة الخلالية. وإنزيمات السيتوكروم Cytochrome التي تشترك في السلسلة التنفسية هي جميعًا جزء من الغشاء الداخلي للميتوكوندريا. وقد بين الجهر الإلكتروني أن الميتوكوندريا تتكون كيميائيا من حامض دى أكسى ريبونيو كليك DNA على شكل خيط دائري، وتختوى على ريبوسومات أيضا. ووظيفة الميتوكوندريا تكمن في أنها تعتبر مراكز إنزيمات التنفس اللازمة لتوليد الطاقة ATP. لذلك يطلق عليها بيت الطاقة Power House للخلية. وبناءًا على ذلك فالميتوكوندريا تعتبر مركزاً لدورة كريس، حيث تتم أكسدة حامض البيروقيك والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية بداخلها حيث توجد إنزيمات التنفس الخاصة بذلك. ويقوم الغشاء الداخلي عندئذ باتمام انتاج الطاقة في مرور الالكترونات في النظام المعروف باسم سلسلة نقل الالكترونات . Electron Transport Chain ETC



سُمى جهاز جولجى الذى ربما تكون نشأته من الشبكة الإندوبلازمية نسبة إلى مكتشفه العالم الإيطالى Camillo Golgi عام ١٨٩٨. ويتركب جهاز جولجى من قسمين: أكياس متطاولة، وقيقة الجدران منتفخة عند أحد أطرافها وموازية لبعضها البعض، وحويصلات مستديرة تخدها أغشية رقيقة موجودة بالقرب من حافة الأكياس. ويكثر وجود جهاز جولجى في الخلايا ذات الوظائف الافرازية كالخلايا الكأسية والخلايا الجبية Acinar Cells للبنكرياس. أما أهمية جهاز جولجى فترجع إلى كونه مركزاً لافراز البروتينات والإنزيمات. كما يعمل على تجميع المواد المصنوعة بواسطة الريوسومات في قنوات الشبكة الإندوبلازمية. ومن هناك تذهب إلى جهاز جولجى حيث تخزن في حويصلاته بعيث يمكن أن تتحرك بعد ذلك إلى أماكن أخرى سواءً داخل الخلية أو إلى مطح الفشاء الخلوى إلى خارج الخلية.

Lysosomes أو الليسوسومات المخللة أو الليسوسومات

هى عضيات بيضاوية أو كروية أو غير منتظمة وذات غشاء مفرد رقيق وشحوى كمية كبيرة من إنزيمات التحليل المائي الحامضية القوية التي تستطيع شخليل البروتينات والأحماض النووية RNA و DNA وبعض الكربوهيدرات. لذا فإن وظيفتها هضمية ومحللة. إذ تطلق محتوياتها لتهضم مايصل إلى الخلية من مراح غريبة. وهي لذلك موجودة بأعداد كبيرة في خلايا الدم البيضاء. كما تستطيع أن شخلل الميتوكوندريا والشبكة الإندوبلازمية. كذلك عندما تهرم أو لتخلايا التي انتهت وظيفتها مثلما في حالة تخول أبي ذنيبة إلى ضفدع بالغ عديم الذيل. إذ تعلق الليسوسومات إنزيماتها وتخطم خلايا الذيل الذي لم يعد له فائدة. وعند الجوع تمكن الليسوسومات الخلية من استعمال جزء من

مادتها للوقود بدون أن تسبب لنفسها ضرراً. ومن المثير جداً أن الإنزيمات المخللة الموجودة في الليسوسومات بداخل الخلية لاتهضم محتويات الخلية نفسها كما قد يتوقع لأن هذه الإنزيمات مغلفة بأغشية كفؤة تفصلها عن باقي محتويات الخلية . ومايدخل الخلية من دقائق ضخمة تتحد في فجوات داخل الخلية لتندمج بعدتل مع الليسوسومات وتكون فجوات غذائية . ثم تنتشر النوائج النهائية لهذا الهضم الخلوى إلى السيتوبلازم . ومن هنا يقترح أن الليسوسومات هي المسؤولة عن هضم الفذاء في خلايا الأوليات التي تحتوى على فجوات غذائية . وعند موت الخلية أو موت الكائن الحي ينعدم وصول الأكسجين إلى الخلية Anoxia فتتمزق الأغشية الليسوسومية وتتحرر الإنزيمات التي بها فتفني

هـ الريبوسومات Ribosomes

هى عبارة عن حبيبات كروية ذات ملمس خشن تتكون بصورة مستمرة في النوية. وتوجد إما على السطح الداخلي للشبكة الإندوبلازمية الخشنة أو حرة في السيتوبلازم أو مستقرة في الميتوكوندريا. ووظيفتها تكوين البروتين في الخلية. وسميت الريبوسومات بهذا الاسم لأنها تتكون من اشحاد حامض الريبونيوكليكRNA مع البروتين.

T- الجسم المركزي Centrosome

وهو يقع قرب مركز الخلية، ويتألف من جسمين أسطوانيين أو عصويين - أو أكثر - يسمى كل منهما بالستريول Centriole. ويقع السنتريولان بالقرب من النواة في أغلب الخلايا الحيوانية، لكنهما مفقودان في الخلايا العصبية وخلايا الدم الحمراء. ولهما علاقة مباشرة بانقسام الخلية. إذ يبتعدان إلى قطبى الخلية المتقابلين أثناء انقسامها. ويرتبطان ببعضهما بالخيوط المغزلية التي تصطف عليها الكروموسومات.

وظائف الخلية

تتعدد وظائف الخلية ومهام تراكيبها المختلفة. لكن يمكن ايجاز أهمها في النقاط التالية :

- الامتصاص، وهو قدرة الخلايا على إدخال العناصر الغذائية والنافعة إلى
 داخلها.
- ٢- الأيض، بغرض البناء والحصول على الطاقة. ويقصد بالأيض العمليات الكيميائية التي تجرى للمواد الغذائية بعد امتصاصها والتي في النهاية تتحول إلى عناصر مماثلة لتركيب البروتوبلازم أو تتكسر للحصول على الطاقة. وكل تلك العمليات تجرى داخل الخلية.
- ٣ـ التنفس، ويعنى أكسدة المواد الغذائية داخل الخلية في وجود الهواء أو عدم
 وجوده للحصول على الطاقة.
- إلاخراج للفضلات كالبول والعرق خارج الجسم عن طريق قنوات خاصة
 بها.
- التكاثر، وهو قدرة الخلايا على مضاعفة أعدادها. ومن خلال التكاثر ينمو
 الكائن الحي ويحافظ على نوعه.
 - ٦.. الافراز لبعض المواد العضوية كالهرمونات والإنزيمات.
- ٧- قابلية الإثارة، وهي قدرة الخلايا على الإستجابة عند تنبهها بمنبه كيميائي
 أو فيزيائي.
- ٨ـ قابلية النقل، وهي قدرة الخلايا على نقل التنبيه الحادث من موقع حدوثه إلى موقع آخر.

انتقال المواد عبر الخلية

توجد الخلية في وسط مائي يحوى أملاحاً مختلفة، لكن مكونات البروتوبلازم لاتم إلى خارج الخلية وأيضا ماء الوسط المحيط لايمر إلى داخل

الخلية، بينما نجد أن المواد الغذائية تمر من الوسط المحيط إلى البروتوبلازم كما أن المواد الاخراجية تمر من الخلية إلى الخارج. ويرجع هذا الاختلاف إلى الظواهر والخواص التالية :

أولاً الانتشار Diffusion

يقصد بالانتشار إعادة توزيع المادة من خلال حركة عشوائية. وبمعنى آخر فإن الانتشار هو انتقال بعض المواد من الوسط ذى التركيز الأعلى إلى الوسط ذى التركيز الأقل.

1_ التشار الغازات

أهم مثل على ذلك هو مايحدث فى التنفس حيث يعتمد تبادل الغازات بين الكاتن الحى والوسط المحيط على انتشار الغازات. ومن المعروف أن الغازات تنتشر من منطقة الضغط العالى إلى منطقة الضغط المنخفض. وطبقا للنظرية الحركية للغازات تكون جزيئات الغازات فى حركة عشوائية ثابتة. ونتيجة لذلك تنتشر بعيداً بقدر ما تسمح به حدود الوعاء. ويحدث قصف جدران الوعاء بواسطة جزيئات الغاز الحصور وضغط هذا الغاز.

٧_ انتشار السوائل

جزيئات السائل والمادة الذائبة فيه في حركة ثابتة. لكنها تختلف عما في حالة الغاز في أن حركاتها مقيدة بصورة كبيرة نتيجة للتجاذب الذى تظهره المجزيئات لبعضها البعض. وتسمى المادة في المحلول بالمذاب ويسمى الوسط الذى تلوب فيه بالمذيب. وتتناسب سرعة الجزيئات في المحلول تناسباً عكسياً مع وزنها الجزيئي وطرديا مع حرارة المحلول. ويلمب الانتشار دوراً هاماً في مرور المواد من الدم إلى الخلايا ومرور النوانج الخلوية في الاعجاه المكسى.

ثانيا _ تشتت المواد في الماء Dispersion of Materials in Water

الم الخلول الجزيني Molecular Solution : الدقائق المشتتة في هذا الخلول هي جزيمات أو أيونات أو بللورات ذات قطر أقل من ١٠٠٠٠٠ من الملليمتر. ويسمى هذا الخلول أحياناً بالمحلول الحقيقي. وهو ثابت لأنه لا يوجد استقرار للدقائق في الوسط الذي توجد فيه، أي أن دقائق المادة المذابة موزعة بالتساوى في جزيمات السائل المذيب. لذا فهو متجانس، كالسكر في الماء والكحول في الماء والأكسجين في الماء. ومن أمثلة هذه المحاليل الأملاح والأحماض والقواعد والسكريات.

٧- المعلق Suspension : هو الذي يزيد قطر جزيئاته عن ٥٠٠١، ملليمتر. ونظراً لأن هذه الجزيئات كبيرة الحجم فهي لاتذوب. وهي أيضا لاتنتشر. ويمكن أن تفصل من السائل بواسطة الجاذبية أي بالترسيب أو بواسطة الترشيح. ومن أمثلة ذلك خلايا الدم التي تكون معلقة في الجزء السائل منه (البلازما) وكذلك الدقيق في الماء والطحى في الماء.

حيث تترابط الدقائق الغروبة بقوة. وبالمثل فإن بروتوبلازم الخلية يحتوى على بروتينات في كلتا الحالتين.

ويتم فصل مواد المحلول الغروى أو المعلق عن تلك التى فى المحلول الجزيئى بإحدى الطريقتين الآتيتين :

أ _ الترشيح Filteration : وهو يعنى مرور المادة في المحلول خلال غشاء
 كتتيجة لقوة ميكانيكية كالجاذبية أو ضغط الدم. وبواسطة الترشيح يمكن
 أن تفصل مواد كخلايا الدم من السائل المعلقة فيه.

ب الفصل الغشائي Dialysis: وهو يعنى فصل مادة أكثر اتتشارية (كالبللورات مثل السكر) من مادة أقل انتشارية (كالغروبات مثل البيومين البيض) خلال غشاء ذى طبيعة شبه نفاذة Semipermeable Membrane البيض) خلال غشاء ذى طبيعة شبه نفاذة للمذيب وليس للمادة المذابة في المحلول. ومن أمثلة هذه الأغشية الكولوديون Collodion والبرشمان Parchment والسيلوفان Celophane . وتعتمد النفاذية على عاملين عطبيمة المادة (أي حجم الجزئ) وطبيعة الغشاء. ولأى مادة يمكن أن يوجد غشاء غير منفذ وأغشية أخرى منفذة. لللك توصف هذه الظاهرة بالنفاذية الاختيارية Selective Permeability بالنفاذية الاختيارية والمحلول سكر (محلول جزيئي أو حقيقي) ومحلول المخترى يوضع محلول سكر (محلول جزيئي أو حقيقي) ومحلول الألبيومين (محلول غروي)، كل في وعاء ذى قاع من جيلاتين غير راجع كالكولوديون أو البرشمان أو السيلوفان. ويعلق كل من الوعائين في وعاء كبير من الماء. بعد فترة نلاحظ أن السكر والماء قد اختفيا بينما تبقى الألبيومين.

الأسمورية Osmosis

يعبر عن الأسموزية بأنها انتقال الماء أو أي مذيب عبر الأغشية شبه النفاذة

الجانب ذى التركيز الأقل إلى الجانب ذى التركيز الأعلى. ويرتبط الماء بالذات الجانب ذى التركيز الأعلى. ويرتبط الماء بالذات بهذه الخاصية أكثر من غيره. وهذه الخاصية هامة جداً في الحياة لأن أغشية جميع الخلايا الحية هي شبه نفاذة. فمع استمرار تدفق المواد من الجانب ذى التركيز المنخفض إلى الجانب ذى التركيز المنخفض إلى الجانب ذى التركيز المالى فإن حجم المحلول في الجانب الميدروستاتيكي). ويسمى الضغط الناغ بالضغط الأسموزى Osmotic الضغط الأسموزى مستمراً حتى يتساوى الضغط الهيدروستاتيكي بالضغط الأسموزى ويعمل النظام إلى حالة من الاتزان. ويعرف الهينغط الأسموزى بأنه القوة التي يتحرك بها المذيب من محلول ذى تركيز أعلى منه عندما تفصل هذه المخاليل منخفض للمذاب إلى محلول ذى تركيز أعلى منه عندما تفصل هذه المخاليل بنشاء شبه نفاذ.

وعندما يفصل محلولان سكريان يمتلكان نفس التركيز للمذاب بغشاء شبه نفاذ لايظهر تغير في الحجم والضغط في أى منهما، لذا يطلق عليهما متساويا الأسموزية Isosmotic Solutions. وعندما يفصل محلولان لهما تركيزان مختلفان بغشاء شبه نفاذ فإن الماء يمر من المحلول ذى التركيز العالى من الماء إلى المحلول ذى التركيز المائي المحالي (أى التركيز الأقل من الملب) المحلول منخفض الأسموزية Hyposmotic كيز الأقل من المناب) المحلول منخفض الأسموزية آقل، بينما يطلق على المحلول الثاني المحلول الثاني المحلول الثاني المحلول الأول. وأكبر الأمثلة على ذلك أن الغشاء الخلوى لخلية الدم مع المحلول الأول. وأكبر الأمثلة على ذلك أن الغشاء الخلوى لخلية الدم الحمراء للانسان منفذ للماء وغير منفذ لكلوريد الصوديوم. ويزداد حجم هذه الخلية بالأسموزية في محلول كلوريد الصوديوم الخفف جداً. وقد يتمدد النشاء حتى تخرج محتويات الخلية وتتحلل Hemolysis. وفي محلول كلوريد

الصوديوم القوى نسبيا يسحب الضغط الأسموزى الأكبر للمحلول الماء إلى خارج الخلية فينكمش حجمها. وتختفظ خلايا الدم الحمراء للانسان بأحجامها ثابتة في ٩٠٥ / ١٥٥١ ر مولار) من محلول كلوريد الصوديوم. ولهذا التركيز من محلول كلوريد الصوديوم نفس الضغط الأسموزى كما في محويات الخلية. وهما لذلك متساويا الأسموزية.

وبالنسبة لعدم أسموزية غشاء خلية الحيوان ذى الدم الحار يسمى محاول P_0 P_1 من كلوريد الصوديوم بأنه محلول متساوى التوتر Isotonic Solution معتويات الخلية. ويكون محلول P_1 P_2 P_3 أو P_3 P_4 مولار من كلوريد الصوديوم متساوى الأسموزية مع محلول P_1 P_3 مولار من اليوريا التى تكون غير متساوية التوتر مع محتويات الخلية. ولأن غشاء خلية الدم الحمراء منفذ لليوريا في الخلية بطريقة مشابهة للماء المقطر. ونتيجة لذلك فإن محلول اليوريا غير قادر على أن يسبب أى ضغط أسموزى على الخلية وعند علم وجود تركيز على أو منخفض لليوريا فإن الخلية تخافظ على حجمها الأصلى. لذلك فإن محلول اليوريا يكون متساوى الأسموزية مع محلول كلوريد الصوديوم وليس متساوى التوتر. ويطلق على محلول كلوريد الصوديوم الذى يقل تركيزه عن P_1 P_2 ألى التوتر لخلية الثدييات بينما يطلق على محلول كلوريد الصوديوم الذى يقل تركيزه عن P_2 قليل التوتر لهذه.

ولايملك غشاء الخلية النفاذية الاختيارية Selective Permeability في جميع أنواع الخلايا. كما أنها ليست ثابتة لأية خلية واحدة. ويتباين الغشاء الخلوى تبما لوظيفة الخلية. وطبقاً للنظرية التي تقول بأن النفاذية الاختيارية لغشاء الخلية هي العامل الفاصل في تبادل المواد بين البروتوبلازم والوسط المحيط فإنه من الضروري أن تختلف درجة النفاذية تبما لاحتياجات هذا التبادل، كما هى محددة بأنشطة البروتوبلازم. ومن المعتقد بأن مثل هذه التغيرات فى النفاذية يحدث من قبل المركبات الكيميائية المتكونة خلال الأنشطة البروتوبلازمية.

إن الاختلاف الموجود بين الطبقة الخارجية والطبقة الداخلية للبروتوبلازم هو نتيجة التفاعل بين الطبقة الخارجية والوسط المحيط. وهكذا فإن التغيرات في النفاذية الاختيارية. ومن بين التغيرات المحيطية المديدة التى تزيد من النفاذية الاختيارية الزيادة في درجة الحرارة والتيار الكهربي والأشمة فوق البنفسجية والأشمة السينية. وتعتبر زيادة النفاذية الاختيارية هي المتيجة الأولى لتحفيز التركيب البروتوبلازمي، كما أن فقدان قابلية الإثارة نتيجة لاستعمال التخدير يحدث من جراء ادمصاص المخدر على غشاء الخلية المخفيض من نفاذيته الاختيارية.

ويتضح تأثير المركبات الكيميائية على النفاذية الاختيارية من خلال وضع الدخلية في محلول كلوريد الصوديوم متساوى التوتر. وتزداد في هذا المحلول المخلية فشاء الدخلية باستمرار مع الوقت وتدخل جميع المواد إلى الدخلية وتموت الدخلية تدريجيا. أما إذا أضيفت كمية قليلة من كلوريد الكالسيوم لمحلول كلوريد الصدويم تسترجع النفاذية لفترة أطول وتطول حياة الدخلية. وبصورة عامة فإن الصوديوم والبوتاسيوم يزيدان من النفاذية بينما يقلل الكالسيوم منها.

رابعا : النفاذية الاختيارية Selective Permeability

يكمن معنى النفاذية الاختيارية فيما يتمتع به الغشاء الخلوى من قدرة على السماح بدخول مواد أخرى إلى على السماح بدخول مواد أخرى إلى الخلية. وعكس هذا وارد، إذ تعمل النفاذية الاختيارية في كلا الانجاهين من الغشاء الخلوى. وهذا يوضع مايحدث من عدم امتزاج بروتوبلازم الخلية مع السائل المحيط بها. وتحدد النفاذية الاختيارية نوع وكمية المواد التي تمر إلى داخل وخارج الخلية.

خامماً .. النقل غير النشط Passive Transport

النقل غير النشط هو الذي يحدث من وسط عالى التركيز إلى وسط منخفض التركيز إلى وسط منخفض التركيز الله فهو لا يحدث من الأمثلة على ذلك أن الأيض داخل الخلية يخفض تركيز الأكسجين ويزيد تركيز ثاني أكسيد الكربون فينتشر الأكسجين أكثر إلى الداخل وينتشر ثاني أكسيد الكربون أكثر إلى الناق. ومع أن الطاقة الأيضية متوفرة فلاتوجد حاجة لاستخدام هذه الطاقة.

سادسا _ النقل النشط Active Transport

النقل النشط هو الذى يحدث بانجّاه معاكس للتركيز أى من وسط أقل تركيزاً إلى وسط أعلى تركيز. لذا فهو يحتاج إلى طاقة. والنظوية التى تفسر آلية النقل النشط عبر الأغشية تقترح أن جزيئات المواد المنقولة ترتبط مع ناقل عبارة عن حامل بروتينى أو دهنى أو إنزيم خاص ينقلها إلى داخل الخلايا. ومن أمثلة النقل النشط امتصاص نواتج هضم البروتينات في الأمعاء الدقيقة. الفضل الثاني الإنزيمـــان Enzymes

الفصل الثاني : الإزيــات

الفصل الثانسي

الإنزيمــــات

مفهسوم الإنسزيم

الإنزيم Enzyme هو عامل مساعد ذو تركيب بروتيني عالى الوزن الجزيثي، وكغيره، من البروتينات يتألف الإنزيم من اتخاد عدد كبير من الرحماض الأمينية تكون فيما بينها سلسلة أو أكثر من عديد الببتيد. وتوجد الأحماض الأمينية في هذه السلاسل وفق تنايع ممين خاص بكل إنزيم مما يؤدى في النهاية إلى تركيب فراغى محدد يمكن الإنزيم من القدرة على تسريع حدوث تفاعل خاص به.

وتتشابه الإنزيمات في فعلها مع الموامل المساعدة الكيميائية الأخرى. إذ أنها تشارك في التفاعل دون أن تتغير بنتيجته ، أى أنها تمود في نهاية التفاعل إلى وضعها الأصلى الذى كانت عليه قبل بدء التفاعل لكنها تمتاز عن العوامل المساعدة الأخرى بكفاءتها العالية. فللإنزيمات قدرة فاثقة على تسريع التفاعلات الكيميائية حتى في الظروف المعتدلة من تركيز أيون الهيدروجين ودرجة الحرارة. كما تمتاز عن العوامل المساعدة الأخرى بالدرجة العالية من التخصص التي تمتع بها حيال المادة المتفاعلة ونوع التفاعل. فكل إنزيم يختص بمدادة متفاعلة واحدة يطلق عليها المادة الهدف Substrate . وقد يختص الإنزيم

بمجموعة محددة من المواد المتشابهة في التركيب. والأمثلة على اختلاف الإنزيمات باختلاف المجلدة الهدف عديدة يذكر منها تميؤ الرابطة الجليكوسيدية أو الرابطة الاسترية أو الرابطة الببتيدية في جزيئات الكربوهيدرات والدهون والبروتين على التوالى.

وتختلف الإنزيمات باختلاف نوع التفاعل الكيميائي الواقع على المادة الهدف. فمن التفاعلات الكيميائية التي تجرى على الأحماض الأمينية يذكر تفاعلات ازالة مجموعة الأمين مع الأكسدة Oxidative Deamination أو نقل مجموعة الأمين إلى حامض كيتوني Transamination أو ازالة مجموعة الكربوكسيل Decarboxylation. ولكل تفاعل من تلك التفاعلات إنزيم خاص به حتى لو كان نفس الحامض الأميني هو الذي يدخل في كل التفاعلات.

المرافق الإنزيمي أو الكوانزيم Coenzyme

تتكون الإنزيمات من بروتين على هيئة ملاسل من عديد الببتيد. وفي بعض الإنزيمات يوجد إلى جانب سلسلة عديد الببتيد مركب عضوى سهل الدوبان في الماء مثل أنواع فيتامين B أو عنصر معدنى كالحديد أو النحاس أو النوبان في الماء مثل أنواع فيتامين B أو عنصر معدنى كالحديد أو النحاس أو الزيف. وتسمى هذه المادة الملحقة إلى جانب سلسلة عديد الببتيد بمرافق الإنزيم أو كوانزيم. وهي ترتبط بالجزء البروتيني من الإنزيم وهو سلسلة فقط، ولابد من وجودها لإتمام هذا التفاعل. أما بقية الإنزيم وهو سلسلة عديد الببتيد فيسمى أبوانزيم Apoenzyme ويشكل المرافق الإنزيم مع الأبوانزيم ميسمى بالإنزيم الكامل Apoenzyme. ويعمل الجزآن سويا أثناء التفاعل، ولا يعمل الجزء البروتيني وحده ولامرافق الإنزيم كذلك. ويمكن للمرافق ولايمن (كفيتامين B الذي يقوم بهذا الدور) أن ينفصل عن الأبوانزيم. ومن ثم يصبح الأبوانزيم عاجزاً عن تسريع التفاعل، وقد يتم ذلك دون خلل في

عمل الإنزيم، ومن خصائص المرافق الإنزيمي سهولة فصله عن الجزء البروتيني بمملية الفصل الفشائي Dialysis فقط، والمرافق الإنزيمي غالباً ما يكون أحد الميتامينات، فمثلاً المرافق الإنزيمي (Coenzyme A) A والذي يسمى اختصاراً كو Co A A يحتوى على حامض البانتوثينيك Pantothenic Acid الذي يمتبر أحد أنواع فيتامين B المركب، وأحيانا يكون المرافق الإنزيمي (كالمناصر المدنية مثل الحديد والنحاس والزنك) مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بالأبوازيم وفي كل وقت بعيث يستحيل فصلهما. وهنا يسمى بالجموعة المرافقة Prosthetic Group مثل وجود الحديد في تركيب إنزيم السيتوكروم أكسيديز Peroxidase والبيراكسيديز حامض الأسكوربيك Catalase، ومثل وجود النحاس ضمن تركيب إنزيم كربونيك أنهيدريز Ascorbic Acid Oxidase، ومثل وجود الزنك في تركيب إنزيم كربونيك أنهيدريز Accrbonic Anhydrase، ومثل وهذه العناصر المعدنية لايمكن فصل أي منها عن الجزء البروتيني بواسطة الفصل الفشائي Dialysis ق

تسمية الإنزيمات

كانت الإنزيمات تسمى سابقاً طبقاً لطبيعة عملها أو مكان وجودها كالبيسين والبتيالين. لكن مع اكتشاف المزيد من الإنزيمات ووجود أكثر من إنزيم للمادة الهدف الواحدة أصبح من الضرورى وضع نظام يزيل أى لبس فى ذلك. فاشتق اسم الإنزيم من اسم الهدف الذى يعمل عليه مع إضافة نهاية ase عليه. فيصبح اسم الإنزيم الذى يعمل على النشا أميليز Amylase والذى يعمل على الدهون ليبيز Lipase وهكذا. ثم جاء الاتخاد الدولى للكيمياء الحيوية فوضع طريقة لترقيم الإنزيمات تعطى لكل إنزيم رقم خاص به. وقسمت التفاعلات الكيميائية بموجب هذا النظام إلى ستة أنواع رئيسية يحتوى كل نوع منها على عدد من الأنواع الفرعية التي تتكون من أنواع

لانوية، فمثلاً يسمى إنزيم ما كالآتى: E.C.1.2.1.7. يدل الرقم الأول على النوع الرئيس للتفاعل بينما يدل الرقم الثانى على النوع الفرعى ويدل الرقم الثانى على النوع الفرعي ويدل الرقم الرابع على الإنزيم نفسه. أما الحرفان B و كفيما الحرفان الأولان من كلمتى Commisson و Enzyme أى لجنة الإنزيمات التى شكلها الاتخاد الدولى للكيمياء الحيوية لوضع هذه التسمية الدقيقة.

تصنيف الإنزيمات

تصنف الإنزيمات إلى ستة أنواع رئيسية هي :

- إنزيمات النقل Transferases: رتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل في التفاعلات الخاصة بنقل المجموعات من مركب إلى آخر. وهي تقوم بنقل مجموعة كيميائية من مادة هدف إلى أخرى. ومن أمثلتها الإنزيمات التي تنقل مجموعة الفوسفات من مركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات Transmethylases, Transacylases, Transaminases.
- ٧- إنويمات الأكسدة والإختزال Coxidoreductases: وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل في تفاعلات الأكسدة والإختزال. وهي تقوم بنقل الالكترونات من مادة هدف إلى أخرى فتؤكسد الأولى وتختزل الثانية. ومنها إنزيمات Hydrases, Peroxidases, Oxidases, Dehydrogenases.
- ٣- إنزيمات النمية Hydrolases: وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل في تفاعلات التحول المالي. وهي تقوم بتحطيم بمض الروابط بإضافة الماء. ومنها الإنزيمات التي تعمل على تمية الروابط الجلايكوسيدية والإسترية والبيتيدية (Amylase, Sucrase, Proteases).

- 4- إنزيمات القصل Lyases : Lyases الإنزيمات التي تعمل على نزع مجموعة كيميائية من المادة الهدف دون إضافة الماء حيث يحل محل ذرات المجموعة المنزوعة رابطة مزدوجة مثل فصل مجموعة الأمين في صورة أمونيا ومنها إنزيمات Decarboxylases و Aldolases.
- انزيمات التشكل Isomerases: وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل على
 تخويل المادة الهدف إلى متشكل آخر. ومنها إنزيمات Intramolecular
 Cis-Transisomerases
 Transferases
- ١٠ إنزيمات الارتباط Ligases: وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل على إنشاء رابطة جديدة بين مركبين مختلفين. وتعتمد في ذلك على الطاقة المختزنة في جزئ أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP. ومنها إنزيم RNA RNA الذي يشترك في عمليات بناء البروتين في الخلية.

الإنزيمات المتماثلة أو الأيزوإنزيمات Isoenzymes

and I a of T

آلية عمل الإنزيم

في أى تفاعل إنزيمي يرتبط الإنزيم (E) مع المادة الهدف (S) ليكونا مما معقد الإنزيم والمادة الهدف (ES complex) هكذا :

E + S == ES

ويتم هذا الارتباط على موقع معين فى تركيب الإنزيم يسمى الموقع النشط Active Site. ولايشغل هذا الموقع النشط سوى حيز بسيط من سطح الإنزيم. ويتألف من عدد محدود من الأحماض الأمينية المشكلة لجزئ الإنزيم. وليس من الضرورى أن تكون الأحماض الأمينية المشكلة للموقع النشط متتابعة أم متقاربة فى سلسلة عديد الببتيد، بل هى غالباً تتكون من انشاء السلسلة أو انحنائها. فتتقارب لتعطى بناءا محدداً يناسب على نحو ما بناء المادة الهدف. وتشبه ملاءمة أى إنزيم للمادة الهدف الخاصة به بملاءمة المقتاح للقفل الذى صحم له.

والخطوة التالية لارتباط الإنزيم مع المادة الهدف هي تخول الهدف (S) إلى ناتج (P). أما الخطوة الأخيرة فهي تفكك ناتج التفاعل (P) عن الإنزيم (B). هذا ويمكن تلخيص خطوات التفاعل الإنزيمي كمايلي:

E + S == ES == E+P

وتصور المعادلة الإنزيم على أنه أحد مواد التفاعل وأحد نواتج. وهذا ما يفسر امكانية استمرار عمل الإنزيم فى تسريع التفاعل إلى كميات كبيرة من المادة الههدف بواسطة كمية قليلة من الإنزيم. فجزئ الإنزيم الذى ينتج بعد تحول كل جزئ من جزيئات الهدف قادر على إعادة الكرَّة ليحول جزيئا ثانياً وثالثاً وهكذا. وهذه التغيرات تتم فى فترة وجيزة لاتتجاوز جزءاً من الثانية.

العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل الإنزيمي

تتأثر سرعة التفاعل الإنزيمي بمجموعة من العوامل من أهمها تركيز المادة الهدف وتركيز الإنزيم وتركيز أيون الهيدروجين ودرجة الحرارة ووجود المثبطات.

١- تركيز المادة الهنف

تزداد سرعة التفاعل طرديا بزيادة تركيز المادة الهدف عندما يكون هذا التركيز منخفضاً. أما إذا كان عالياً فتصبح سرعة التفاعل ثابتة مهما زاد تركيز المادة الهدف.

٧- تركيز الإنزيم

تزداد سرعة التفاعل طردياً بزيادة تركيز الإنزيم.

٣- درجة الحرارة

يؤدى التسخين بصورة عامة إلى تسريع التفاعلات الكيميائية. وينطبق هذا إلى حد معين على التفاعلات الإنزيمية، إلا أن الإنزيمات هي بروتينات تفسد بالحرارة وتفقد فاعليتها. لذا فلكل تفاعل إنزيمي درجة حرارة مناسبة تكون سرعة التفاعل عندها أكبر مايمكن ثم تقل السرعة إذا زادت الحرارة عن ذلك أو نقصت.

\$- تركيز أيون الهيدروجين

لكل إنزيم تركيز أيون هيدروجين (pH) مناسب يكون عنده فاعليته أكبر مايمكن. وتقل هذه الفاعلية إذا تغير هذا التركيز عن ذلك ارتفاعاً أو انخفاضاً. ويتراوح تركيز أيون الهيدروجين المناسب لكثير من الإنزيمات بين ٥، ٩، إلا أن بعض الإنزيمات يعمل في وسط شديد الحموضة مثل إنزيم البيسين بينما يميل تركيز أيون الهيدروجين المناسب لبعض الإنزيمات إلى القلوية كما هو الحال في إنزيم الفوسفاتيز القلوي.

٥- وجود المثبطات وأنواعها

تتحد بعض المواد مع إنزيمات معينة فتمنع ارتباطها مع المادة الهدف. وبلنا تضعف فاعلية الإنزيم ويتجلى ذلك في نقص سرعة التفاعل. وتعرف هذه المواد بالمثبطات Inhibitor . وقد يكون التثبيط عكسي Inhibitor أي يزول بزوال المثبط، أو يكون غير عكسى Irreversible Inhibition أي لايزول بزوال المثبط، أو يكون غير عكسى Irreversible Inhibition أي لايزول بزوال المثبط، وتتوقف الحالتان على شدة الارتباط بين المثبط والإنزيم. فإذا كان الارتباط ضعيفًا كان التثبيط من النوع المكسى وإذا كان الارتباط قوبًا كان التثبيط من النوع غير المكسى.

أ- الطبيط المكسى Reversible Inhibition

فى هذا النوع من التثبيط تستعاد فاعلية الإنزيم إذا أمكن التخلص من المثبط بطريقة ما، ويمكن تمييز نوعين من التثبيط العكسي هما التثبيط التنافسي والتثبيط غيرالتنافسي.

ــ التثبيط التنافسي Competitive Inhibition

فى هذا النوع يشبه تركيب المثبط تركيب المادة الهدف. لذا فإنه يرتبط مع الإنزيم على الموقع النشط مانما بذلك ارتباط المادة الهدف بالإنزيم. وبذا فإن المثبط والمادة الهدف يتنافسان على الارتباط بالإنزيم فيمنع كل منهما الآخر من الارتباط مع جزئ بعينه من الأنزيم في الوقت نفسه. وبناء على ذلك يمكن التقليل من أثر المثبط يزيادة عدد جزيئات المادة الهدف بحيث تزداد فرصة التقائها مع الإنزيم، ومن ثم يقل احتمال ارتباطه بالمثبط. ومن الأمثلة على هذا النوع من التثبيط تثبيط إنزيم مكسينات ديهداوجينيز وهو أحمد إنزيمات دورة كريس الذي يؤكسد السكسينات إلى فيومارات. ويمكن لكل من المالونات والمالات والأوكسالواسيتات أن ترتبط مع الإنزيم فتثبط أكسدة السكسينات.

_ التثبيط غير التنافسي Non Competitive Inhibition

فى هذا النوع من التثبيط يرتبط المثبط مع الإنزيم على موقع آخر غير الموقع النشط الذى يرتبط ممه الهدف. لذا يمكن أن يرتبط كلاهما مع الإنزيم فى وقت واحد، إلا أن ارتباط المشبط فى هذه الحالة يمنع الإنزيم من اتمام التفاعل. ولما كان ارتباط الهدف مع الإنزيم لايحول دون ارتباط المثبط فإن زيادة تركيز المادة الهدف لايقلل من تأثير المثبط. بل تبقى جميع جزيئات الإنزيم المرتبطة بالمثبط واحده عاجزة عن اتمام التفاعل. ولايمكن تخقيق السرعة القصوى للتفاعل مهما كان تركيز الهدف.

ب_ التثبيط غير العكسي Irreversible Inhibition

غالباً مايكون الارتباط في التثبيط غير المكسى ارتباطاً قوياً من خلال روابط تساهمية. ومن أشهر المثبطات غير المكسية غاز الأعصاب المستخدم في الحروب الكيميائية والمركبات الفوسفورية المستخدمة كمبيدات حشرية. كل هذه المواد ترتبط مع الإنزيمات التي تتأثر بها بروابط تساهمية بين ذرة الفوسفور ومجموعة الهيدروكسيل في أحد جزيئات حامض السيرين.

ومن الإنزيمات التي تتشبط بمركبات الفوسفور إنزيمات التربسين والكيموتربسين والأستيل كولين استيريز. وتعزى الوفاة عند التسمم بهذه المواد إلى تشيط إنزيم الأستيل كولين استيريز. فمن المعروف أن للأستيل كولين درراً هاماً في نقل التنبيه العصبي للمضلات. فإذا زاد تركيزه نتيجه لضعف الإنزيم المشول عن تخطيمه أدى ذلك إلى تقلص المضلات بما فيها عضلات التنفس بشكل دائم فتحدث الوفاة نتيجة لتوقف التنفس وتوقف عمل القلب.

تنظيم فاعلية الإنزيم

للخلية الحية قدرة على المحافظة على تثبيت الوسط الداخلي فيها. والوسيلة

المتبعة للمحافظة على ثبات الوسط الداخلي هي في أغلب الأحيان تنظيم تدفن كل مادة عبر المسارات الأيضية المختلفة التي تتألف من سلسلة من التفاعلات الإنزيمية يتم بموجبها تخويل مركب ما إلى مركب آخر أو أكثر من مركب. وقد يكون لاختلاف تركيز أيون الهيدروچين أو درجة الحرارة أو توافر المادة الهدف أو التثبيط غير التنافسي دور في عملية التنظيم إلا أن تنظيم معظم التفاعلات الإنزيمية يتم بعوامل أخرى هي :

١_ تعديل كمية الإنزيم

تتحدد كمية الإنزيم بالفرق بين سرعة تكونه وسرعة مخطمه. ويمكن أن تنظم كمية بعض الإنزيمات بتنظيم سرعة تكونها. كما تنظم كمية إنزيمات أخرى بالتحكم في سرعة مخطمها، فمثلاً يتم تنظيم صنع الكوليستيرول في الخلايا عندما يتوافر في الغذاء بتقليل صنع الإنزيم المسئول عن حفز الخطوة الأولى في المسار الأيضى المختص بصنع الكوليستيرول. وكذلك إنزيم السيتوكروم • ٤٥ المسؤول عن أيض بعض الأدوية تكون كميته قليلة في خلايا الكيد في الحالات العادية. لكن تلجأ خلايا الكيد إلى صنع المزيد من هذا الإنزيم عند تناول بعض الأدوية مثل الباريتيورات التي يلزم هذا الإنزيم للتخلص منها. وتعرف الإنزيمات التي يزداد معدل بنائها بفعل مواد معينة بالإنزيمات القابلة للتحريض Inducible Enzymes.

Active Enzyme إلى إنزم أنشط Proenzyme لي إنزم أنشط

من الإنزيمات ما يصنع أولاً في شكل غير نشط يسمى طليعة الإنزيم Proenzyme فإذا دعت الحاجة لتنشيط هذا الإنزيم تم ذلك بتغيير بسيط في تركيبه، كأن يزال جزء من سلسلة عديد البيتيد المكونة له، فيتحول بذلك إلى إنزيم نشط Active Enzyme . ومن أمثلة الإنزيمات التي تتكون في صورة غير نشطة إنزيما الهضم البسين والتربسين وإنزيم الثرومبين اللذين يتكونون أولاً على صورة بسينوجين وتربسينوجين ويروثرومبين على التوالى.

٣_ إضافة مجموعة كيميائية برابطة تساهمية

تتغير فاعلية كثير من الإنزيمات بإضافة مجموعة مثل الفوسفات إلى جزئ الإنزيم وذلك بإنشاء رابطة تساهمية بين هذه المجموعة وحامض أميني محمدد في الإنزيم مثل السيرين. ويؤدى هذا إلى زيادة أو نقص في فاعلية الإنزيم حسب نوع ذلك الإنزيم. ومن الأمثلة على هذه الطريقة إضافة مجموعة الفوسفات إلى إنزيم جليكوجين فوسفوريليز Phosphorylase الذي يعمل على تخطيم جزئ الجليكوجين إلى جزيئات جلوكوز. فينشط هذا الإنزيم عندما تضاف إليه مجموعة فوسفات من إنزيم المصنع للجليكوجين المحموعة الوسفات من إنزيم المصنع للجليكوجين المحموعة الفوسفات.

Activators النشطات

تختوى معظم الإنزيمات على موقع نشط واحد في كل جزئ، إلا أن مجموعة من الإنزيمات تختوى على أكثر من موقع نشط. وتسمى هذه الإنزيمات بالإنزيمات الأولسترية Allosteric الإنزيمات الألوسترية كالخراء الإنزيمات الألوسترية Enzymes. ويرتبط على أحد المواقع النشطة جزئ المادة الهدف بينما يرتبط على الموقع الآخر مركب كيميائي معين برابطة ضعيفة غير تساهمية. ويؤدى ارتباط تلك المركبات الكيميائية إلى تغير في نشاط الإنزيم زيادة أو نقصانًا، وهي لذلك تسمى مُعدلات Modifiers، وتسمى المعدلات التي تزيد من نشاط الإنزيم نتيجة لارتباطها على الموقع الآخر منشطات Activators. أما المركبات التي تضعف من نشاط الإنزيم فتسمى بالمشطات Inhibitors.

الفصل الثالث المواد الغسذائية Food Materials

النصل الثالث ؛ المواد الفذائية

الفصل الثالث

المواد الغذائية

الغيساداء

الغذاء هو كل ما يدخل إلى جسم الكائن الحي من مواد، يبنى بها مادته الحية ويحصل منها على الطاقة. إذ أنه الحية ويحصل منها على الطاقة. وللغذاء أهمية تتمثل في أمور عدة. إذ أنه المتكفل ببناء المادة الحية، وتعويض التالف منها، والحصول على الطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية، وانتاج حرارة تساهم في حفظ حرارة الجسم ثابتة، ووقاية الجسم من الأمراض.

أنواع المواد الغذائية

تنحصر المواد الغذائية في نوعين رئيسين هما : المواد الغذائية العضوية والمواد الغذائية غير العضوية.

أولا : المواد الغذائية العضوية

يقصد بالمواد الغذائية العضوية الكربوهيدرات والبروتينات والليبيدات.

اسالكربوهيدرات Carbohydrates

الكربوهيدرات مصطلح يشير إلى مجموعة كبيرة من المركبات عديدة

الهيدروكسيل تخوى مجموعة الدهيد (CHO) أو مجموعة كيتون (C+O). كما يشير أيضا إلى المركبات التي تؤدى بالتميؤ أو التحلل الماثي Hydrolysis إلى تلك الألدهيدات أو الكيتونات عديدة الهيدروكسيل. وتنقسم الكربوهيدرات إلى ثلاثة أقسام:

سكاكر أصادية Monosaccharides: وهى التى لايمكن أن تتميأ (تتحال يواسطة الماء) إلى أبسط منها. وتنقسم إلى:

 أ ـ تربوزات Trioses : وهي السكاكر الأحادية التي تختوى على ثلاث ذرات كربون مثل ثنائي هيدروكسي الأسيتون.

ب. تتروزات Tetroser : وهى السكاكر الأحادية التى تختوى على أربع ذرات كربون مثل الإرپثروز.

جــ بنتوزات Pentoses : وهي السكاكر الأحادية التي نختوى على خمس ذرات كربون مثل الربيوز.

 د ـ هكسورات Hexoser : وهى السكاكر الأحادية التي تحتوى على ست ذرات كربون مثل الجلوكوز (سكر العنب) والفركتوز (سكر الفاكهة) والجالاكتوز (سكر اللبن الأحادي).

وعلى حسب مجموعة الألدهيد أو الكيتون التي يحتوى عليها السكر يشار إلى هذه السكاكر بالألدهيدية Aldoses أو الكيتونية Ketoses. لذا فإن السكر الخماسي الكربون الذي يحوى مجموعة الدهيد يسمى ألدوبنتوز Aldopentose. أما السكر الثلاثي الكربون الذي يحوى مجموعة كيتون فيسمى كيتونيوزيوز Ketotriose ، وهكذا.

مكاكر ثنافية Disaccharides : وهى التى تسمياً إلى جزيئين من السكاكر الأحادية. ومن أمثلة هذه السكاكر: المالتوز (سكر الشعير) والسكروز (سكر المائدة أو سكر القصب) واللاكتوز (سكراللبن) . وكل منها يتمياً إلى جزيئين من السكاكر الأحادية.

Maltose
$$\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$$
 Glucose + Glucose jub + pructose flucose + pructose jub + pructose + Galactose pructose + Galactose + $\text{Gal$

سكاكر عديدة Polysaccharides : وهي التي تتميأ إلي أكثر من جزيئين من السكاكر الأحادية. ومن أمثلة هذه السكاكر النشا والجليكوجين والسليلوز والكيتين.

أهمية الكربوهيدرات

تكمن أهمية الكربوهيدرات في أنها:

١_ مصدر هام للطاقة اللازمة لأنشطة الجسم المختلفة.

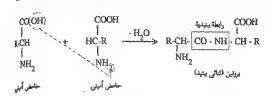
٢_ مصدر لذرات الكربون اللازمة لتصنيع مكونات الخلية الحية.

٣ تدخل في تركيب جدر الخلايا كما تدخل في بناء المورثات.

Y_ البروتينات Proteins

تعنى كلمة بروتين الغذاء ذا المقام الأول. ويفسر هذا المعنى أهميثها في أنها هي وحدها البانية للمادة الحية والتي يعتمد الجسم عليها في بناء خلاياه وأنسجته المعتلفة. ويتركب البروتين من وحدات بنائية تسمى الأحماض الأمينية ترتبط مع بعضها البعض عن طريق روابط ببتيدية -CO-NH- تنشأ أساساً مز. انتحاد مجموعة أمين NH2- لحامض أميني مع مجموعة كربوكسيل COOH- لحامض أميني آخر مع نزع جزئ ماء ليتكون بروتين يعرف بثنائي الببتيد Dipeptides كالتالي :

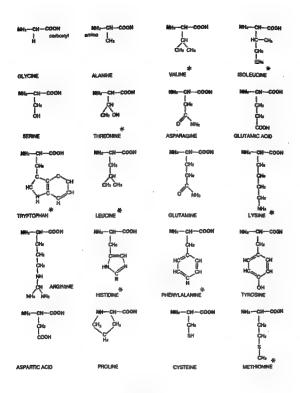
وإذا أضيف حامض أميني ثالث إلى الحامضين الأمينيين السابقين وانخد



الثلاثة مماً بنفس الطريقة السابقة تكون بروتين يعرف بشلاثى الببتيد Tripeptides. وإذا انخدت أحماض أمينية عديدة مع بعضها البعض تكون ما يعرف من البروتين بعديد الببتيد Polypeptides.

ويدخل في تركيب البروتين حوالي ٢٧ حامض أميني. ويمكن لهذه الأحماض أن تترتب بطرق مختلفة لتعطى أشكالاً مختلفة من البروتينات وتقسم الأحماض الأمينية إلى مجموعتين (شكل ٤) هما :

- ١- أحماض أمينية أساسية Essential Amino Acids : وهى التى لايستطيع الجسم تكوينها ولايستطيع البقاء بدونها. لذا فلايدله من الحصول عليها من مصادر غذائية. وهى توجد بنسب عالية فى البروتينات الحيوانية. ومن أمثلة هذه الأحماض : الفالين والأيزوليوسين والشريونين والتريبتوفان واللايسين والهستيدين والفينيل ألانين والميثيونين.
- Y- أحماض أمينية غير أساسية Nonessential Amino Acids: وهى التى يستطيع الجسم تكوينها، كما يمكن الحصول عليها أيضا من مصادر غذائية. وتوجد فى البروتينات الحيوانية والنباتية. لهذا فإن على النباتيين من حين لآخر تناول مواد بروتينية حيوانية. ومن هذه الأحماض الجليسين والألانين والسيرين والأسباراجين وحامض الجلوناميك والجلونامين والتروسين وحامض الأسبارتيك والبرولين والسيستين.



شكل (2) الأحماض الأمينية * تمثل الأحماض الأمينية الأساسية، أما الأحماض الأمينية الباقية فكلها غير أساسية.

وتنقسم البروتينات طبقا لتكوينها وذائبيتها إلى ثلاثة أنواع :

- البروتينات البسيطة Simple Proteins : وهي التي تعطى عند تميـؤها
 أحماضاً أمينية فقط. ومن أمثلة ذلك بياض البيض وبلازما الدم.
- ٢ـ البروتينات المقترنة Conjugated Proteins : وهى التي تكون متصلة بمادة غير بروتينية تدعى بالمجموعة المرافقة Prosthetic Group مثل النيوكليوبروتين والمفوسفوبروتين والكازين والهيموجلوبين.
- ٣ـ البروتينات المشتقة Derived Proteins : وهي البروتينات التي تنتج من عمليات فك الارتباط في البروتينات المقترنة أو تمير البروتينات البسيطة أو تغيير الطبيعة الأساسية لأى بروتين في عملية الإفساد Denaturation.
 ومن أمثلتها البتيدات الثنائية والمتعددة والبيتونات.

Denaturation إفساد البروتينات

توجدعوامل عديدة تفسد الترتيب الخاص والمميز للبروتين بما فيه من انتئاء واتطواء والتفاف. ومن هذه الموامل التسخين أو إضافة حامض قوى أو قاعدة قوية أوكحول أو يوريا أو استخدام الضوء فوق البنفسجي أو الأشعة السينية. وتؤدى هذه العوامل إلى إيطال الأفعال المتبادلة والروابط المختلفة في تركيب البروتين، وتغدو سلسلة البروتين مفتوحة ممتدة، وأحياناً يكون الإفساد نهائيا، وأحياناً أخرى يكون مؤقاً.

أهمية البروتينات

تقوم البروتينات في الجسم بالأدوا, الآتية :

١- بناء أنسجة الجسم بغرض النمو أو تجديد التالف منها.

٢_ تدخل في تركيب الإنزيمات والهرمونات والمورثات والأجسام المضادة.

سحض البروتينات لها دور هام مثل الكولاجين الذي يشترك في تركيب
 الأنسجة الضامة.

Lipids اللييدات

الليبيدات هي مركبات غير متأينة، ويطلق عليها أحيانًا غير مستقطبة . Nonpolar لذا لاندوب في الماء، لكنها تدوب في المليبات العضوية مثل البنين والإيثر والأسيتون والكلوروفورم والكحول الإيثيلي. كما أنها يحتوى على نسبة عالية من الروابط الكيميائية (كربون ـ هيدروجين) أكثر من أية مركبات عضوية أخرى. ولهذا فهي تختزن كمية كبيرة من الطاقة إذا ما قورنت بالمركبات العضوية الآخرى.

ويقرم الجسم بخزن هذه المواد بكميات كبيرة. ويعتمد عليها في الحصول على جزء كبير من الطاقة الضرورية لأنشطته الحيوية. إذ يعطى الجرام الواحد من الدهون عند أكسدته إلى ثاني أكسيد الكربون وماء ضعفى قدر الطاقة التي يعطيها الجرام الواحد من كل من الكربوهيدرات والبروتينات.

وتنقسم الليبيدات إلى أربعة أقسام هي :

- أ الليبيدات البسيطة Simple Lipids : وهي إسترات الأحماض الدهنية مع الكحولات المتلفة. وتنقسم إلى :
- الدهون المتعادلة Neutral Fats وهي عبارة عن إسترات الأحماض الدهنية مع الجليسرول. ومن أمثلتها: الجليسريدات الأحادية والثنائية والثلاثية Glyceryl وإيثرات الجليسريل Glyceryl . Ethers
- الشموع Waxes : وهي عبارة عن إسترات الأحماض الدهنية مع كحول آخر طويل غير الجليسرول.

inninganingan inningan inninga

الفصل الثالث : المواد الفذائية

ب .. الليبيدات المركبة Compound Lipids : وهي تشركب من إستسرات الأحماض الدهنية مع الكحولات ومجموعات أخرى. ومن أمثلتها :

... الفوسفوليبيدات Phospholipids : وكلها تتركب من اتخاد الأحماض

الدهنية مع الجليسرول وحامض الفوسفوريك ومركبات نيتروجينية، ومنها :

_ الليسيثين Lecithins

ـ السيفالين Cephalins

_ حامض القوسفاتيدك Phosphatidic Acid

_ فوسفاتیدیل سیرین Phosphatidyl Serine

_ فوسفاتيديل إينوسيتول Phosphatidyl Inositol

- السفنجوليبيدت SphingoLipids : وكلها تتركب من اتحاد أحماض دهنية وحامض الفوسفوريك والكولين وكحول أميني وسفنجوسين، ومنها :

_ السيرير وسيدات Cerebrosides

_ السيراميدات Ceramides

_ السفنجوميلين Sphingomyelins

ـ الجانجليوسيدات Gangliosides

جــ الليبيدات المتحدة مع مركبات أخرى، ومنها:

_ الليبوير وتينات Lipoproteins

- الليبو عديد السكريات Lipopolysaccharides

د _ اللبيدات المشتقة Derived Lipids ، ومنها :

_ الستيرويدات Steroides وتنقسم إلى:

_ الكوليستيرول ومشتقاته Cholesterol and related compounds

- _ أحماض الصفراء Bile Acids
 - _ الهرمونات Hormones
- ـ الفيتامينات الذائبة في الدهون Fat Soluble Vitamins وتشمل :
 - ۔ فیتامین A
 - ۔ ثیتامین D
 - Eيتامين $_{-}$
 - _ فيتامين K

_ التربينات Terpens

أهمية الليبيدات

ترجع أهمية الليبيدات إلى كونها :

١ ـ مصدر للطاقة، إذ تشكل مخرونًا احتياطيا كبيرًا للطاقة في الجسم.

٢ ـ لازمة لاتمام عملية امتصاص الفيتامينات التي تدوب في الدهون.

"ح. تشارك في تركيب الغشاء الخلوى والميتوكوندريا والشبكة الإندوبلازمية
 والهرمونات الجنسية (السيرويدات).

 ٤- تعمل كعازل للتبادل الحرارى في الجسم، فتمنع بذلك فقدان حرارة الجسم عن طريق الإشعاع والتوصيل.

٥ ـ تكون غلافًا جيدًا للأعضاء الداخلية لحمايتها من الصدمات الحادة.

القيتامينات Vitamins

الفيتامينات هي مجموعة من المركبات العضوية ذات تراكيب كيميائية مختلفة وذات أوزان جزيئية منخفضة، تصنع عادة في الأنسجة النباتية ويحتاجها الجسم بكميات قليلة جدا إذا ما قورنت بحاجته إلى المواد الغدائية الأخرى. ويمكن لبعض البكتريا صنع عدد محدود منها. ولايستطيع الانسان ولا الحيوان تصنيع مثل هذه المركبات. لذا فمن الضرورى وجودها في غذاء الانسان والحيوان. لكن في عدد قليل من الحالات يمكن أن تتكون بعض الفيتامينات في أنسجة حيوانية نتيجة لتحولات كيميائية تطرأ على مركبات تعرف باسم طلام الفيتامينات Provitamins. ومثال ذلك مركبات الكاروتين التي تعد مصدراً لتصنيع فيتامين A.

والثيتامينات ضرورية لكثير من العمليات الحيوية في الجسم، فتدخل في تركيب بعض المركبات الهامة مثل مرافقات الإنزيمات Coenzymes التي تستخدم كموامل ناقلة في تفاعلات التنفس الخلوى وغيرها. وهي لاتستخدم لنمو الجسم إلا أنها ضرورية لاكتمال نمو الجسم نموا طبيعياً. ويؤدى نقص الثيتامينات Avitaminosis في الضاء إلى حدوث اضطرابات خطيسرة في عمليات أيض المواد الفذائية، عما يؤدى إلى اختلالات عديدة في أنشطة الجسم وتوازنه وبالتالي ضعفه وتعرضه للإصابة بالأمراض. وعما يجدر الإشارة إليه أن الثيامينات تتأثر بالحرارة تأثراً كبيراً، فنقل قيمتها الفذائية تيما لذلك.

تقسيم القيتامينات

نقسم الفيتامينات حسب ذوبانها في الدهون أو في الماء إلى نوعين هما : فيتامينات تذوب في الدهون وهي A, D, E, K وفيتامينات تذوب في الماء وهي B, C, H.

أ ـ القيتامينات التي تذوب في الدهون Fat-Soluble Vitamins

تمتص هذه الثيتامينات مع المواد الدهنية في الأمعاء الدقيقة. وبالتالى فإن الخلل في امتصاص المواد الدهنية يؤدى إلى نقصها في الجسم. كما قد تخزن وتتراكم هذه الثيتامينات في الجسم، مما يؤدى إلى حدوث تسمم إذا كانت جرعاتها نزيد عن احتياج الجسم وعن قدرته على خزنها.

Retinol أو الرتينول A أو الرتينول

المصدر الأساسى لهذا القيتامين هو مادة الكاروتين Carotene، وهى الصبغة الصغراء الموجودة في الجزر والفواكه وبعض الخضروات مثل الفلفل والطماطم. وينشطر جزئ الكاروتين في الجدار المعوى للحيوان والانسان بواسطة إنزيم الكاروتينز Carotinase في وجود الماء ليكون جزيئين من فيتامين A. كما يوجد الفيتامين أيضا في صفار البيض وزيت كبد السمك والكبد والزبدة.

من وظائف هذا الثيتامين المحافظة على حيوية الجلد وعلى بطانة جهازى التنفس والهضم، وذلك من خلال المحافظة على النسيج الطلائي المغلف أو المبطن لهذه الأعضاء. كما يحافظ هذا الثيتامين على حاسة الإيصار, إذ ترتبط حاسة الإيصار بوجود نوع معين من البروتين المعقد في شبكية العين، عبارة عن صبغة ملونة تسمى الأرجوان البصرى أو الرودوبسين الحكون من اتخاد أحد هده المادة في النهايات الحساسة للمصب البصرى. وهي تتكون من اتخاد أحد البروتينات مع مركب الرتبنال الموائلة المحابة المحاسة الإيصار، إذ هو وللرودوبسين دور هام في التغيرات الكيميائية المصاحبة لمحاسة الإيصار، إذ هو الريانال. وكلما كبرت شدة الفنوء ازدادت درجة تفكك الرودوبسين، وبالتالي حساس جلاً لتأثير الفنوء في الفلام يمود الرودوبسين إلى حالته الأولي نتوال الروية. وفي الظلام يمود الرودوبسين إلى حالته الأولي فتقل الرؤية. وفي حالة الأولية المين على الرؤية. وفي الظلام يمود الرودوبسين الفي حالته الأولية في الضوء الخافت. لذا يمود إلى حالته الطبيعية وإلا فإن العين لايمكنها الرؤية في الضوء الخافت أو مايسمى فإن نقص ثيتامين A يؤدى أيضا إلى جفاف البطد وقرنية المين.

- فيتامين D أوالكولكالسيفيرول Cholcalciferol

المصدر الأساسي لهذا الڤيتامين هو مادة الإرجوستيرول Ergosterol

الموجودة مخت الجلد. وعند تعرض الجسم لأشعة الشمس (فوق البنفسجية) تتحول هذه المادة إلى ثيتامين D. ويوجد هذا الفيتامين أيضاً في الكبد وزيت كبد السمك واللبن وصفار البيض.

من وظائف هذا الفيتامين أنه يؤدى إلى ازدياد امتصاص الكالسيوم في الأمعاء، وبالتالي يرتفع معدله في الدم فيترسب في النسيج المظمى.

ويؤدى نقص فيتامين D في الصغار إلى ظهور مرض الكساح بسبب نقص كمية أملاح الكالسيوم في العظام . أما في البالغين فيؤدى إلى لين العظام .Osteomalacia

_ فيعامين E أو التوكوفيرول Tocopherol

تعنى تسمية هذا الڤيتامين بالتوكوفيرول الانتاج الجنسي. والمصادر الرئيسية لهذا الڤيتامين هي الأوراق الخضراء والحبوب والتفاح والزيوت النباتية والبطاطس والطماطم واللبن والكبد وصفار البيض.

ولم يعرف الدور الحيوى لهذا الفيتامين بصورة تامة بعد، إلا أنه يمكن القول بأنه ضرورى لمنع تخلل خلايا الدم الحمراء خاصة عند الصغار. كما ذكر أن له علاقة بالقوة التناسلية. وقد سبب نقصه في ذكور وإناث حيوانات التجارب ضموراً في الأعضاء التناسلية. وذكر أيضاً أنه يعتبر ضرورياً للنساء الحوامل ضد حالات الاجهاض. كما أنه يستعمل أحياناً لمعالجة حالات العقم عند النساء.

_ قیتامین K

المصادر الرئيسية لهذا الفيتامين هي الأوراق الخضراء والفواكه وصفار البيض والكبد. كما أن للبكتريا الموجودة في الأمعاء قدرة على تصنيع قسط منه. ومن وظائف هذا الثيتامين أنه ضرورى لمساعدة الدم على التجلط، حيث أنه لازم لكى يكون الكبد مادة البروثرومبين اللازمة لتجلط الدم. لذا فإن نقص هذا الثيتامين يؤدى إلى تعرض الجسم لخطر النزف، وقد يحدث نتيجة لذلك زن عت الجلد وداخل المضلات.

س_ القيتامينات التي تلوب في الماء Water-Soluble Vitamins

تعمل هذه القيتامينات كمجموعات مرافقة لكثير من الإنزيمات Prosthetic Groups ، فضلاً عن أنها عوامل مساعدة للوقاية من عدد كبير من الأمراض. ولاتشكل زيادة هذه القيتامينات أيه خطورة على الجسم. إذ يمكن التخلص منها بسهولة عن طريق البول.

.. فيتامين B المركب

قيتامين B المركب هو عبارة عن مجموعة من القيتامينات لها أشكال مخلفة ويعرف منها :

ــ قيتامين B1 أو الثيامين Thiamine

يكثر وجود هذا القيتامين في الخبز الأسمر المحتوى على النخالة وفي الحمص والخميرة والكبد والكليتين والمخ والقلب. وهو يدخل كمجموعة مرافقة في تركيب بعض الإنزيمات المشتركة في دورة كريبس. إذ يدخل في تركيب إنزيم بيروقات ديهيدروجينيز Pyruvate Dehydrogenase الذي يقوم بنزع ثاني أكسيد الكربون من حامض البيروفيك ليكون أستيل كوانـزيم A A. Acetyl Co A ولهذا تأثير على انتقال مجموعة الأمين، عما يؤدى إلى اختلال النسبة الطبيعية بين الأحماض الأمينية في الخلية الحية، وهذا يؤثر بدوره على النمو خاصة بين الأحماض الأمينية في الخلية الحية، وهذا يؤثر بدوره على النمو خاصة لدى الأطفال. كما يؤدى نقص فيتامين اع إلى اضطراب في المقل وضعف

في القلب ومرض البرى برى Beri-Beri الذى يتمثل في انخفاض وزن المصاب وفقدان الشهية وعدم التآزر بين العضلات والتهاب المفاصل.

Riboflavin أو الريوفلافين B_2

من أغنى المصادر بهذا الفيتامين الخميرة والكبد والكليتان ومشتقات السمك. كما يوجد هذا الفيتامين أيضا في اللبن والبيض والحبوب. وله دور هام في تفاعلات الأكسدة والاختزال، إذ أنه مكون رئيسى لحامل الإلكترون أو مرافق الإزيم FAD. كما يدخل كمرافق إنزيمى في بناء عدة إنزيمات مثل جلوتامات ديهيدروجينيز Glutamate Dehydrogenase والأكسيديزات . Oxidases لذا فإن نقص هذا الفيتامين يؤدى إلى خلل في عمليات الأكسدة والاختزال ومقوط الشعر وتعب المينين والتهاب الأغشية المخاطية للتجويف الفعي والتهاب الشفتين.

- فيتامين B5 أو حامض البانتوثينيك Pantothenic Acid

من أغنى مصادر هذا الفيتامين الخميرة والكبد وصفار البيض واللحوم والسمك واللبن والأوراق الخضراء والقمح والجزر. وترجع أهميته إلى أنه يكون المرافق الإنزيمي كو A Co-A الذي يلمب دورا بالفا في عمليات التحول الغذائي للكربوهيدرات والدهون والأحماض الأمينية. إذ يكون أستيل كو A الخذائي للكربوهيدرات والدهون والأحماض الأمينية. إذ يكون أستيل كو A Acetyl CO A من خلال عملية الأستلة الأستلة . وتتم عملية الأستلة الأستلة . وتتم عملية الأستلة في الكبد والمخ. ومن أمثلة التفاعلات التي يشترك فيها أستيل كو A خول الكولين إلى أستيل كولين، وكذلك أكسدة حامض البيروفيك. ويؤدى نقص هذا الشيتامين إلى اسابة الغدتين الكظريتين وسقوط الشعر وفقدان الشهية للأكل وفقدان الشهية .

_ فينامين B أو البيريدوكسين Byridoxine

يكثر وجود هذا الفيتامين في الأسماك والكبد والكليتين والحبوب والخميرة والبيض. وقد تقوم بعض بكتريا الأمعاء بانتاج كميات تفي بحاجة الجسم منه. ومن وظائفه أنه يدخل في بناء بعض المرافقات الإنزيمية اللازمة لممليات أيض الأحماض الدهنية والأمينية. ويؤدى نقص هذا الفيتامين إلى مقوط الشعر وتقشف الجلد.

_ قيامين B7 أو النياسين أو حامض النيكوتينيك Niacin or Nicotinic Acid

أهم مصادر هذا الفيتامين الخميرة ونخالة القمح والحبوب والكبد واللحوم. كما يمكن لبكتريا الأمعاء أن تصنعه من الحامض الأمينى ترييتوفان. وبدخل هذا الفيتامين في تركيب حامل الالكترون أو المرافق الإنزيمي NAD. ويؤدى نقصه إلى حالة مرضية تسمى البيلاجرا التي تعنى الجلد الخشن. وتتمثل أعراض هذا المرض في حدوث تعب وضعف ثم خلل في نشاط الجهاز الهضمى والتهابات في الغشاء المخاطى للفم واللسان والجلد على الكفين والخدين. وفي المراحل الأخيرة من هذا المرض يطرأ خلل على نشاط الجهاز العمبي.

_ قيتامين B12 أو السيانوكو بالامين B12

أهم مصادر هذا الفيتامين الكبد والكليتان والقلب والمخ والعضلات والجبن وصفار البيض. وهو يعمل على نضج خلايا الدم الحمراء. ويؤدى نقصه إلى فقر دم (أبيميا) نتيجة لسوء تكوين خلايا الدم الحمراء.

- حامض الفوليك Folic Acid

يشتق اسم هذا الفيتامين من لفظة الفوليم، التي تعنى باللاتينية الأوراق الخضراء للنبات، حيث أن تلك الأوراق الخضراء هي أهم مصادر هذا

الفيتامين. كما أنه يوجد أيضاً في الثمار الطازجة والكليتين والعضلات والكبد والكبد واللبن والبيض. وهو يرتبط بثيتامين B12 ارتباطا وثيقاً. إذ أنه يستخدم في علاج أنواع فقر الدم (الأنيميا). ومن وظائفه أنه يشترك في تفاعلات الأكسدة والاختزال وبساهم في عملية تصنيع الأحماض النووية. لذا فهو مهم لانقسام الخلايا وعملية النمو ذاتها، وله دور هام في العمل على نضوج خلايا الدم الحمراء. ويؤدى نقصه إلى حدوث فقر الدم (الأنيميا).

- فيتامين C أو حامض الأسكورييك Ascorbic Acid

يوجد هذا الشيتامين بكثرة في الموالح والطمعاطم والفلفل وأوراق الخضروات الطازجة. وهو يتأثر بكثير من العوامل الخارجية كأكسجين الهواء والإنزيمات المؤكسدة والوسط القلوى والتسخين. ومن وظائفه أنه ضرورى التنزيمات المؤكسدة والوسط القلوى والتسخين. ومن وظائفه أنه ضرورى لتكوين ألياف النسيج الضام، فهو يؤثر هذا الفيتامين أيضا على فعالية عدد من المسمى بالكولاجين Collagen. ويؤثر هذا الفيتامين أيضا على فعالية عدد من الإنهمات، إذ يقرم بتنشيط إنزيمات الكاتليز Catalase والإستيريز Esterase والأرجينيز Arginase ويؤدى نقصه إلى حدوث مرض الأسقربوط Scurvy والذى تتمثل أعراضه في ضعف الجسم وآلام المفاصل وخفقان القلب وضيق التنفس وضعف العظام والأسنان وتقلص الأوعية الدموية نما يؤدى إلى النزف خاصة في اللئة.

- فيتامين H أو البيوتين Biotin

أهم مصادر هذا الثيتامين هي صفار البيض واللبن والخميرة والطماطم والبطاطس والحبوب والكبد والكلي. وهو يعمل كمرافق إنزيمي لمدد من الإنزيمات التي تدخل في تفاعلات مشتركة مع حامض الكربونيك. ويؤدي نقصه إلى حدوث آلام في العضلات وضعف عام في الجسم.

ثانيا : المواد الغذائية غير العضوية

يقصد بالمواد الغذائية غير العضوية الماء والأملاح المعدنية.

Water - 1_1

الماء هو أساس الحياة، وهو مشارك فعال في كل التفاعلات الكيميائية الحيوية بالجسم. وللماء مصدران يوفرانه للجسم وهما: الماء الطبيعي الذي يتم لتناوله والماء الأيضى الطفائية. وتبلغ كمية الماء الأيضى الناتجة عن أكسدة المواد الفذائية. وتبلغ كمية الماء الأيضى الناتجة عن أكسدة جرام واحد من كل من الدهون والكربوهيدرات والبروتينات : ٢٠٥١ و ٥٠٥، و ١٤١، حرام، على التوالي.

ويفقد الماء من الجسم من خلال أربع طرق هى الجلد (بالتعرق) والكلى (على شكل بول) والأمعاء (فى البراز) والرئتين (على شكل بخار ماء فى الزفير). وتظل نسبة الماء فى الجسم ثابتة، لكن توزيعه عرضة للتغير باستمرار. والقوى الأسموزية هى العامل الرئيسى الذى يحكم وجود السائل وكميته فى الجسم. والمسؤول عن أكبر قدر من القوى الأسموزية هو المواد المذابة فى ماء الجسم.

ولا تقتصر أهمية المواد المذابة في الجسم على محكمها في توزيع الماء فحسب بل إنها مخافظ على التوازن الحامضي القاعدى في الجسم أيضا. وتتشكل هذه المواد المذابة في ماء الجسم من مركبات عضوية ذات حجم حزيثي صغير كالجلوكوز واليوريا والأحماض الأمينية ومركبات عضوية ذات حجم جزيئي كبير كالبروتينات وأيونات غير عضوية تدعى اليكتروليتات مثل الصوديوم والبوتاسيوم.

ولاتؤثر المركبات العضوية ذات الحجم الجزيئي الصغير في توزيع الماء بالجسم لأنها تنتشر بشكل حر خلال الغشاء الخلوي. وتكمن أهمية المواد

المضوية ذات الحجم الجزيشي الكبير فقط في نقل السوائل بين الدم والسائل بين الخلوى. أما الأيونات غير العضوية فهى توجد بنسب كبيرة نسبياً في الجسم وتؤثر في توزيع الماء وتعمل على استمائه في الخلايا. ولذلك فهى من أكثر العوامل أهمية. والصوديوم والبوتاسيوم باللذات هما أبرز الأيونات الموجودة في سوائل الجسم، ولهما تأثير قوى على القوى الأسموزية وعلى التحكم في كمية الماء بالجسم، وكذلك أيضا على تغيير انجاه الماء عبر الغشاء الخلوى. وذلك من خلال تغيير تركيزات هذين الأيونين اللين يؤثران في المقوى الأسموزية على جانبي الغشاء الخلوى.

هذا ويمكن تلخيص أهمية الماء للجسم فيما يأتي :

١_ يدخل الماء في تركيب خلايا وأنسجة وأعضاء الجسم.

 ٢-. يدخل الماء في تركيب العصارات الهاضمة للطعام كاللعاب والعصارة المدية ويدخل أيضا في تكوين الدموع.

 ٣ـ يساعد على حفظ حرارة الجسم ثابتة، وذلك لأن الحرارة اللازمة لتبخر
 الماء عالية. لذا فإن تبخر كمية قليلة من الماء يصحبه امتصاص كمية كبيرة من الحرارة وبالتالي تنخفض حرارة الجسم.

السعة الحرارية للماء عالية. لذا فإن الحرارة النابخة من التفاعلات الكيميائية
 لاتؤثر في حرارة الجسم وذلك لقدرة الماء على امتصاص كمية كبيرة من
 هذه الحرارة.

٥ ـ نظرًا لتوصيل الماء الجيد للحرارة فإنه يعمل على مجانسة حرارة الجسم.

آسيعمل على نقل المواد الاخراجية من أنسجة الجسم إلى خارجه على هيئة
 بول أو عرق. كما يسهل خروج الفضلات الصلبة (البراز) إلى الخارج.

٨ ـ يعمل الماء على تأين الأملاح المعدنية، وبالتالي يسهل امتصاص الجسم لها.

Mineral Salts الأملاح المعلنية

تكون الأملاح المعدنية ما يقارب 1 ٪ من محتوى البروتوبالازم. وهى توجد على حالة متأينة. وبذلك تكسب بروتوبلازم الخلية النشاط الكيميائي والفيزيائي. وهى تشتمل على الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والفوسفور والحديد والماغنسيوم، وهذه يحتاجها الجسم بكميات كبيرة. وتشتمل أيضا على أملاح يحتاجها الجسم بكميات قليلة كاليود والنحاس والزنك والكوبلت والخارصين والمنجنيز.

وللأملاح المعدنية أهمية يمكن ايجازها في النقاط التالية :

١ـ تلعب الأملاح المعدنية جميعها خاصة أملاح الصوديوم والبوتاسيوم دوراً
 هاماً في تنظيم الضغط الأسموزي لسوائل الجسم.

٧- تؤثر أيونات الأملاح المعدنية في فعالية الإنزيمات ونشاطها.

٣ ـ تؤثر أيونات الأملاح المعدنية في الانزان الحامضي القاعدى.

٤_ الكالسيوم والفوسفور يدخلان في تركيب العظام والأسنان.

الكالسيوم يدخل في تكوين الجلطة الدموية، ويلعب دورًا بالغا في أداء
 أغصاب العضلات.

٦- للحديد دور رئيسي في تركيب هيموجلوبين الدم.

للصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم أهمية في تنظيم عمل الجهاز العصبي
 والقلب.

اليود يدخل في تركيب هرمون الثيروكسين. كما يدخل الخارصين في
 تركيب هرمون الإنسولين.

وفيما يلى سنتناول أهمية هذه الأملاح بالتفصيل :

سيسيروون

أ_ الكالسيرم Calcium

يوجد الكالسيوم في الجسم بكميات كبيرة أغلبها في العظام والأسنان، والقليل منها في سوائل الجسم. ولأيون الكالسيوم دور مهم في عملية بخلط الذم وفي أداء القلب والأعصاب والعضلات. وأهم مصادره الفذائية اللبن والجبن وصفار البيض والفول والعلس والمكسرات والتين والكرنب.

ويؤثر في امتصاص الكالسيوم في الأمعاء عدة عوامل منها وجود حامض الفايتك Phytic Acid في الحبوب، إذ يؤدى ذلك إلى تكوين فايتات الكالسيوم غير الذائبة في الأمعاء. كما أن للأكسالات الموجودة في الطعام (كالسيانغ مثلاً) تأثير مماثل. ويمتص الكالسيوم في وسط حامضي. أما في الوسط الفاعدي فيقل امتصاصه. كما أن نسبة الكالسيوم إلى الفوسفور إذا كانت أعلى من النسبة الطبيعية (١٤٦) تتكون فوسفات الكالسيوم (٢٥٥) ويوقف الامتصاص. وإذا ضعف امتصاص الأحماض الدهنية فإنها بقى في الأمعاء وتميل إلى تكوين الصابون الكالسيومي غير الذائب ويقل الامتصاص الأمعاء وتميل إلى تكوين الصابون الكالسيومي غير الذائب ويقل الامتصاص تبعاً لذلك. ويشجع وجود فيتامين D امتصاص الكالسيوم من الأمعاء.

ويؤدى نقص الكالسيوم في البلازما إلى حدوث مرض التتانوس. ويسبب نقص نسبة الكالسيوم إلى الفوسفور في الدم حدوث مرض الكساح. وتعمل اعادة امتصاص الفوسفور كما في حالة مرضى الكلى على نقص كمية الكالسيوم في البلازما. ويتأثر أيض أيون الكالسيوم بهرمون الفدد جارات الدرقية. فعند زيادة أفراز هذا الهرمون يرتفع تركيز الكالسيوم في الدم Hypercalcemia ويقل تركيز الكالسيوم في الدم الكورة الكالسيوم في الدم الكورة الكالسيوم في الدم الكورة الكالسيوم في الدم الكورة الكالسيوم

ب ـ الفوسفور Phosphorus

يوجد الفوسفور في كل خلايا الجسم، ويتحد أغلبه بالكالسيوم لتكوين المظام والأسنان. ويرتبط جزء يسير منه بالبروتينات والليبيدات والكربوهيدرات. وتكمن أهمية الفوسفور في دخوله في تكوين مركبات الطاقة في الجسم مثل أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP. وأى تناول للكالسيوم يعنى تناولاً للفوسفور أيضاً. لذا يرتبط أيض الفوسفور بأيض الكالسيوم، ويجب أن تبقى نسبة الفوسفور إلى الكالسيوم ثابتة وهي ١٠١ . وإذا زاد تناول أحدهما يرتفع معدل تخلص الجسم منه. وتقل قيمة الفوسفور عند مرضى الكساح وفي حالة ازدياد تركيز هرمون الغدد جارات الدرقية. وتزيد قيمته عند مرضى السكر وفي حالة انخفاض تركيز هرمون الفدد جارات الدرقية.

Sodium - الموديوم

يرافق وجود هذا العنصر وجود كميات كبيرة من أيونات الكلوريد والبيكربونات وذلك لتنظيم الاتزان الحامضى القاعدى. كما يعمل الصوديوم على حفظ الضغط الأسموزى لسوائل الجسم ومن ثم حماية الجسم من الفقد الزائد للسوائل. وللصوديوم أيضاً وظيفة هامة في الحفاظ على الأداء الطبيعى للعضلات وعلى نفاذية الخلايا.

وملح الطعام كلوريد الصوديوم هو المصدر الرئيسي للصوديوم. ويتأثر أيض الصوديوم بالهرمونات الستيرويدية المفرزة من قبل الفدلتي الكظريتين. وفي حالة نقص افراز هذه الهرمونات ينقص معدل الصوديوم في البلازما، فيزيد بالتالي في البول. وفي حالة أمراض الكلى المزمنة ينقص معدل الصوديوم كثيراً، خاصة إذا لتزامن مع الحامضية Acidosis وذلك بسبب ضعف اعادة امتصاصه من قبل الأنيوبات الكلوية وبسبب استعمال جزء منه في عملية معادلة الحامضية.

وفى ظروف ارتفاع درجة الحرارة ومايتبعها من عرق غزير تفقد كمية من العسوديوم، ثما يؤدى إلى حدوث الصداع وتشتج عضلات الأطراف والبطن والتبول الإرادى والإسهال. وبعد نقص الصوديوم في الدم Hyponaturemia علاقة مصاحبة لتشمع الكبد.

د_ البوتاسيوم Potassium

لهذا المنصر تأثير على فاعلية العضلات، خاصة عضلة القلب. كما يلعب دوراً هاماً في الاتزان الحامضي القاعدى وفي المحافظة، على الضغط الأسموزى. ويكثر وجوده في اللحوم والفواكه.

ويسبب افراز هرمونات الفلتين الكفاريتين زيادة في افرازه. ويناط بالكليتين الفراز أكبر قدر منه. وتزيد نسبته في بالازما الدم في حالات الفشل الكلوى والصدمات المصبية ونقص افراز هرمونات الغلتين الكظريتين الذي يؤدى إلى حدوث مرض إديسون. وتحدث الزيادة في معدل البوتاسيوم في الدم هبوطاً في الجهاز المصبي المركزى وضعفاً في الأطراف والمضلات التنفسية وقصوراً في أداء القلب فتقل ضرباته. وتقل نسبة البوتاسيوم في الدم في حالات الإسهال وفي حالات الإسهال

هــ اليــود Iodine

لايعرف لليود وظيفة تذكر سوى اشتراكه فى بناء هرمونات الغدة الدرقية. و ـــ الكلــــو، Chlorine

يوجد الكلور على هيئة أيون كلوريد 'CT، وهو يرافق أيون الصوديوم دائماً. لذا فإن تناول الكلور أو احراجه لاينفصل عن تناول الصوديوم أو احراجه. ويرتبط الاضطراب في أيض الصوديوم باضطراب في أيض الكلور، فعندما يفقد الصوديوم بكميات كبيرة كما في حالات الاسهال والتعرق الشديد والاضطراب الهرموني يفقد الكلور أيضاً بنفس القدر. والكلور عامل رئيسي في اتزان الماء وتنظيم الضغط الأسموزي والاتزان الحامضي القاعدي، وله أهمية خاصة في افزاز المعدة حيث يدخل في انتاج حامض الهيدروكلوريك HCL.

ينحصر دور الحديد فسيولوجياً في عملية التنفس الخلوى. كما يساهم أيضا في بناء الهيموجلوبين والسيتوكروم وعدد من الإنزيمات مثل الكاتليز Catalase والسيراكسيديز Peroxidase. وأفضل مصادره الغذائية الكبد والقلب والكلى والطحال وصفار البيض والقمح والسمك والتمور والتين والبقول والسبانغ. ويوجد الحديد في الطعام على حاله ثلاثية *Fe3، إما على شكل السبانغ. ويوجد الحديد في الطعام على حاله ثلاثية *Fe3، إما على شكل الحديد الثنائي في المعدة بواسطة حامض الهيدروكلوريك HCI وبمساعدة الأحماض المضوية الموجودة في الطعام، فيصبح الحديد أكثر ذائبية وأفضل المأبية للامتصاص، ويميق حامض الفايتيك (الموجود في الحبوب) وحامض النائيك (الموجود في الحبوب) وحامض النائيك (الموجود في الحبوب) وحامض الحايد.

وتقوم الأمعاء بتنظيم امتصاص الحديد. لذا فإن الحديد الثنائى يتحول فى الغناء المخاطى المبطن للأمعاء إلى حديد ثلاثى يتفاعل مع بروتين ذى وزن الغناء المخاطى المبطن للأمعاء إلى حديد ثلاثى يتفاعل مع بروتين ذى وزن جزيى عال يسمى أبوفيريتين Apoferritin مكوناً بروتيناً حاوياً للحديد يسمى فيريتين أفيريتين الحديد الحجسم (الكبد والطحال ونخاع المظام) كاحتياطى على صورة فريتين الحديد الحجسمة (الآبو فيريتين Apoferritin هو عامل ضبط لامتصاص الحديد. إذ يوجد فى الفشاء المخاطى للأمعاء بكمية قليلة وله قدرة على الارتباط بالحديد. ومخدد هذه القدرة الكمية الممتصة من الحديد. فعندما يتشبع الأبوفيريتين بالحديد يتوقف الغيريتين.

وعندمًا تبرز الحاجة للحديد في البلازما فإنه ينطلق من الفيريتين الذي يقوم بخزنه ويختزل من صورته الثلاثية إلى صورته الثنائية ويغادر جدار الأمعاء إلى الدم ليتأكسد بفعل انزيم السيروبلازمين Cerupiasmin إلى الصورة الثلاثية ${\rm transferrin}$ بمع بروتين سكرى ذى وزن جزيثى عال يسمى ترنسفيرين Transferrin أو سيدروفيلين Siderophilin . والجزئ الواحد من هذا البروتين المختص بربط الحديد يستطيع أن يرتبط مع ذرتين من الحديد الثلاثي ليكون مركباً معقداً هو ترنسفيرين ${\rm transferrin}$. ${\rm Fe}_2^{3+}$ ${\rm Fe}_2^{3+}$. ${\rm transferrin}$. ${\rm e}_2^{3+}$ ${\rm transferrin}$. ${\rm e}_3^{3+}$ بتخزين هذا المركب المحتوى على الحديد، حيث تقوم خلايا خاصة هي Reticulocytes مع خلايا الدم الحمراء بالتقاط أيونات الحديد الثلاثي من هذا المركب لامتعمالها في صنع الهيموجلوبين.

ويمتبر الفيريتين الخزون في الكبد والطحال ونخاع العظام والفشاء المخاطئ للأمعاء هو مستودع الحديد الرئيسي. فإذا ما دخل الحديد إلى الجسم بكميات أكبر من قدرة الأبوفيريتين على استيمابها فإن الجسم يعجز عن تخويل هذه الكمية الزائدة من الحديد إلى فيريتين. ويتراكم الحديد الزائد في الكبد على شكل حيبات مجهرية تسمى هيموسيدرين Hemosiderin. وهذا المركب هو أحد أشكال أكسيد الحديد الفروى المرتبط مع البروتين.

ويتحدد معدل الحديد في البلازما كمحصلة لعدد من العوامل هي: معدل تكسير الهيموجلوبين ومخزون نخاع العظام وخلايا الدم الحمراء من الحديد ومعدل امتصاص الحديد من الأمعاء ومعدل تكون الترنسفيرين وتكسره. الفصل الرابع الهضـــم

Digestion

النصل الرابع : الهشمر

الفصل الرابسع

الهضسمر

مقهوم الهطسم

يعرف الهضم Digestion بأنه تكسير الطعام وتخويله من مواد معقدة إلى مواد بسيطة يسهل امتصاصها والاستفادة منها، وبمعنى أوضع هو تكسير الكربوهيدرات إلى جلوكوز والبروتينات إلى أحساض أمينية والدهون إلى أحساض دهنية. والجزء الذى يصمب هضمه وامتصاصه يطرد خارج الجسم على صورة براز. وتجرى هذه العمليات في الجهاز الهضمي وبواسطة عوامل مساعدة حيوبة ذات تراكيب بروتينة عالية التخصص تسمى إنزيمات.

مراحل الهضم

تتم عملية الهضم على ثلاث مراحل، تجرى كل مرحلة منها في منطقة رئيسية من الجهاز الهنسمي. ولكل منطقة من تلك وسط هاضم خاص وعصارات عميزة.

أولا ـ الفم Mouth

يتم الهضم في الغم على الكربوهيدرات أساساً بفضل وجود الغدد اللعابية التي تفرز في الغم عصارة تسمى اللعاب Saliva ، تحتوى على أنزيمين هامين هما: الأميليز (البتيالين) Maylase (Ptyalin) والمالتيز Maltase بالإضافة إلى مواد أخرى كالميوسين وبيكربونات الصوديوم. والوسط في الفم متعادل تقريك (PH = 7.1) ، إلا أنه يميل قليلاً نحو الحامضية (pH = 6.6) لوجود ثاني أكسيد الكربون.

والغدد اللعابية في الانسان ثلاثة أزواج هي النكفية ونخت الفكية ونخت اللسانية. وتقدر كمية اللعابية في الانسان بحوالي اللسانية. وتقدر كمية اللعاب الذي تفرزه الغدد اللعابية في الانسان بحوالي هرا لتر يوميا. ويزداد افراز اللعاب نتيجة لفعل اتمكامي تنبيهي بمجرد دخول الطعام إلى الفم أو نتيجة لفعل متعكس نفسي عند مشاهدة الطعام أو شم رائحته أو حتى مجرد التفكير فيه، وكذلك بفعل إثارة المعب الحائر نظير السمبتاوي من افراز اللعاب.

ولللعاب وظائف عديدة أهمها :

١- ترطيب الكتلة الغذائية لتسهيل عملية مضغها وبلعها.

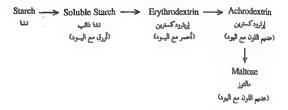
٢_ المساعدة على انزلاق الكتلة الغذائية إلى البلعوم فالمرئ.

٣- تنظيف الأسنان وتطهيرها من الجرائيم.

خويل النشا إلى مالتوز بفعل إنزيم الأميليز، ثم تكسير المالتوز إلى جلوكوز
 بفعل إنزيم المالتيز.

وجدير بالذكر أن إنزيم الأميليز اللعابى يعمل فقط على النشا المطبوخ لأن النشا الحابوخ لأن النشا الخام أو غير المطبوخ تغلف حبيباته أغلقة سبليلوزية يصعب على هذا الإنزيم أن يعمل عليها. ولايعد دور الأميليز اللعابى مهما لأن الأميليز البخرياسي في الأمحاء يمكنه أن يقوم بنفس الدور، كما أن حامض الهيدروكلوريك في المعدة يمنع فعل الأميليز اللعابي خلال نصف ساعة من عملية البلع.

انزم الأميليز Amylase وهو يحول النشا إلى مالتوز:



الزم المالتيز Maltase

وهو يحول المالتوز إلى جلوكوز:

Maltose → 2 Glucose جلو کرز (جزیفان) مالتوز

وللفم دور آخر في هضم الدهون ينبغي الإشارة إليه. ويتم ذلك بواسطة إنريم الليبيز اللساني Lingual Lipase الذي يفرز من غدد في اللسان. ويقوم هذا الإنزيم بتكسير الروابط الإسترية في جزيئات الدهن وتخرير الأحماض الدهنية. ويأتى تكسيره للرابطة الإسترية عند الموقع الثالث. ويزداد التفاعل سرعة إذا كان الحامض الدهني في ذلك الموقع قصير السلسلة. لذا فإن لهذا الإنزيم أهمية خاصة في هضم دهون اللبن ومشتقاته.

وعلى الرغم من هضم الدهون في الفم إلا أن قصر المدة التي يمكنها الطعام في الفم لايجعل لذلك الهضم في الفم أهمية تذكر. بيد أن المقاومة التي يتمتع بها هذا الإنزيم نحو الحموشة النالية تجمل من الممكن للطعام الذي يمكث في المعدة بين ماعين إلى أربع ماعات في العادة، أن يهضم جزئياً.

ثانيا _ المعدة Stomach

تفرز المدة عصارة تسمى العصارة المدية Gastric Juice ، يبلغ قدرها في الانسان حوالي ثلاثة لترات يوميا، وتتكون من انزيمين هامين هما الببسين Pepsin والسرنسين Rennin ، بالإضافة إلى حامض الهسيدروكلوريك Hydrochloric Acid. لذا فالوسط في المعدة حامضي. ويجرى الهضم فيها على البروتينات فقط. ولا يغفل ما للمعدة من دور في المساعدة على هضم الدهون، إذ يتحول معظم الدهون الصلبة بفضل حرارة المعدة إلى الحالة السائلة. كما تؤدى حركة المعدة من خلال تقلصاتها المتتابعة إلى مزج الدهون مع الماء على شكل مستحلب تساعد على تكونه أيضا الأحماض الدهنية التي تخروت بغمل إنزيم اللييز اللساني.

وتتلخص أهمية المعدة في عملية الهضم في أنها تعمل على نقل الطعام . Chyme . Chyme . وخلال عملية سبه سائلة تعرف بالكيموس Chyme . وخلال عملية الهضم ينقبض جدارها العضلى باستمرار لخلط العصارة المعدية بالطعام ولدفع الكيموس في اتجاه الأمعاء . ويحرس مدخل الأمعاء عضلة عاصرة قوية Sphincter Muscle لا تفتح إلا بعد انتهاء عملية الهضم في المعدة.

وثمة عوامل تؤثر في حركة المعدة وافرازها ، تتلخص فيما يلي :

 احكمة الطعام في المعدة: كلما امتلأت المعدة بالطعام زادت حركتها ومن ثم زاد افرازها. لكن إذا زادت كمية الطعام في المعدة كثيراً توقفت حركتها وتوقف افرازها.

٧ العواطف: يزيد القلق والعصبية من حركة الممدة كثيراً بما يترتب عليها زيادة بالغة في الافراز قد تؤدى إلى حدوث القرحة المعدية. أما الخوف والألم والاجهاد والصدمات العصبية فتقلل كلها من حركة المعدة وافرازها. ٣- المواد الكيميانية: بعض المواد كالكحول والإنسولين والقهوة تزيد من حركة المعدة وافرازها. وعلى العكس تعمل مواد أخرى كالأتروبين والتدخيين ونقص قيتامين B1.

ويتم التحكم في افراز المعدة لعصارتها من خلال آليتين، عصبية وهرمونية:

آلة عهية : وهي ترتبط بالفعل الانعكامي. إذ يثير وجود الطعام في الفه العصب الحائر الذي ينبه المعدة ازيادة افرازها. كما أن مجرد التفكير في الطعام يحدث نفس التأثير.

آلية هرمونية: عندما يدخل الطعام إلى المعدة ويصبح على أتصال بالغشاء الخاطي للفتحة الخلفية (البوابية) للمعدة فإنها تفرز هرموناً يسمى جاسترين Gastrin يمتصه الدم على الفور. وعندما يعود إلى المعدة فإنه يحفزها للافراز.

الزم البيسين Pepsin

يفرز هذا الإنزيم على شكل غير فعال يسمى البسينوجين Pepsinogen. ويعمل حامض الهيدروكلوريك على مخويله إلى الشكل الفعال البيسين Pepsin . والعلة في ذلك هي الحيلولة دون قيام هذا الإنزيم أو الإنزيمات الأخرى التي تفرز على شكل غير فعال كإنزيمي البنكرياس (التربسين والكيموتربسين) بهضم البروتينات في الخلايا التي تنتجها.

ويعمل إنزيم الببسين على تحويل البروتين إلى مواد أبسط تركيباً هي البروتيوزات والبيتونات :

Protein Proteoses Peptones بيتونات بروتيوزات يروثين

إنزيم الرئين (مخشر اللين) Rennin

لا يوجد هذا الإنزيم إلا في معد الحيوانات الثديية الصغيرة والأطفال. وهم

يحـول الكازين (بروتين اللبن الذائب) إلى باراكــازين (بروتين اللبن غـيـر الذائب) :

ثم يأتي إنزيم البيسين فيحول الباراكازين (بروتين اللبن غير الذائب) إلى ببتونات وهي الصورة قبل النهائية لهضم البروتينات. وفي الكبار حيث لايوجد إنزيم الرنين يقوم إنزيم البيسين بتخشر اللبن وهضمه معاً.

هذا ويمكن تخضير إنزيم الرنين من معد الحيوانات الثديية الصغيرة كالعجول لكي يستخدم في صناعة الأجبان.

حامض الهيدروكلوريك (Hydrochloric Acid (HCl)

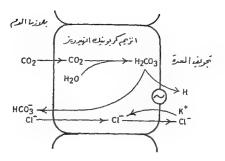
يتكون حامض الهيدروكلوريك في الخلايا الحامضية للمعدة من تفاعل ثاني أكسيد الكربون مع الماء فينتج حامض الكربونيك الذي يتأين إلى أيونات البيكروبونات والهيدروجين. ويعمر أيون البيكربونات إلى بلازما الدم بينما يفرز أيون الهيدروجين إلى المعدة مع أيون الكلوريد، كما هو موضح في شكل (٥).

ويتلخص دور حامض الهيدروكلوريك في أنه :

١- يهيىء الوسط الحامضي المناسب لعمل إنزيمات العصارة المعدية.

٢- يعمل على تنشيط إزيم الببسين من صورته غير الفعالة التي يفرز عليها
 (الببسينوجين) إلى صورته الفعالة (الببسين).

٣.. يطهر الطعام من الميكروبات التي قد توجد به.



څکل (ه) آلية اقراز حامض الهيدروكلوريك من اغلايا اخامطية في المدة

Small Intestine الدقيقة الدقيقة

يتم الهضم في الأمعاء الدقيقة على الدهون أساساً ثم على ما تبقى مما لم يتم هضمه من كربوهيدرات في الفم وبروتين في المعدة. والوسط في الأمعاء الدقيقة قلوى نتيجة لافراز بيكربونات الصوديوم من جدارها ومع العصارة البنكرياسية أيضاً. ويجرى الهضم في الأمعاء الدقيقة بفعل ثلاث عصارات هي: الصفراوية والبنكرياسية والمعوية.

1- العصارة الصفراوية Bile

يلعب الكبد دوراً مهماً وأساسياً في هضم الدهون وامتصاصها من خلال افرازه المستمر لعصارة الصفراء التي تختزن في الحوصلة المرارية. وحينما تمر محتويات المعدة إلى الأثنى عشر تتنبه خلاياه بفعل الحموضة العالية للطعام القادم من المعدة. فتفرز هرموناً يسمى كولى سيستوكينين ـ ينكريوزيمين Cholycystokinin-Pancreozymin، ويطلق عليه اختصارا C-CK-PZ. وينتقل هذا الهرمون عن طريق الدم إلى المرارة فيحثها على التقلص وإفراغ محتوياتها من العصارة. وتمتزج عصارة الصفراء مع عصارة البنكرياس لتدخلا معا إلى الأمعاءالدقيقة.

وتتألف المصارة الصفراوية من أملاح الصفراء Bile Salts (تاورو كولات Soduim (تاورو كولات الصوديوم Soduim (جليكو كولات الصوديوم Glycocholate (جليسروبين Bilirubin المائية ويليشرون المائية والكوليستيرول ويبكربونات الصوديوم ويليشردين Biliverdin ، بالإضافة إلى الماء والكوليستيرول ويبكربونات الصوديوم ومكونات أخرى. ويبلغ حجم العصارة الصفراوية التي تصبها المرارة يوميا عند الانسان البالغ حوالى 30.5 سم٣، يشكل الماء منها ٨٦٦ وأملاح الصفراء ٩٩ وأصباغ الصفراء ٨٤ من المعضوية.

ونما يجدر الإشارة إليه أن صبغ البيليروبين هو الذى يعطى براز الانسان لونه الأصفر البنى، بينما يعطى صبغ البيليفردين اللون الأخضر لروث البهائم. والصبغان هما من نوانج تكسير الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء بعد انقضاء حاتها. وعندما تزيد كمية صبغ البيليروبين في البلازما فإن هذا الصبغ يتراكم في الأنسجة محدثاً اصغارا الجلد، ويسمى المرض باليرقان Jaundice.

ويتم التحكم في افراز الصفراء من خلال آليتين عصبية وهرمونية. فإثارة العصب الحائر وزيادة هرمون السكرتين يزيدان من تصنيع الصفراء من الكبد، ويسمى مثل هذين المؤثرين بمحفزات صنع الصفراء Choleretic. بينما يزيد هرمون الكولى سيستوكينين بنكريوزيمين Cholycystokinin-Pancreozymin مع وجود الدهون في الأمماء وأيونات الكالسيوم ونوائج هضم البروتين من تقلصات الحوصلة الصفراوية فتفرز الصفراء، وتسمى هذه بمدرات الصفراء

وإذا أزيلت الحوصلة الصفراوية من شخص فإنه يبقى بصحة جيدة وحالة

غذائية طيبة. إذ أن الحوصلة الصغراوية غير أساسية فهى لاتعدو سوى مخزن للمصارة الصغراوية. ولكن يبقى على مثل هذا الشخص تجنب تناول الدهون. وعلى الرغم من ذلك فلمصارة الصفراء وظائف متعددة هي :

معادلة حموضة الكيموس Chyme القادم من المعدة، وذلك بفضل احتواء عصارة العسفراء وعصارة البنكرياس أيضا على بيكربونات العسوديوم. والكيموس هو السائل اللزج المكون من الطعام المهضوم جزئياً في المعدة. وهو شديد الحموضة لاحتوائه على حامض الهيدروكلوبك، إذ تبلغ حموضته ٧. وهذه الحموضة غير مناسبة لعمل الإنزيمات التي تكمل عملية الهضم في الأمعاء. فعصارة الصفراء وعصارة البنكرياس وكلاهما قلوى التفاعل يعادلان درجة حموضة الكيموس القادم من المعدة إلى الأمعاء. مما يهبىء وسط الأمعاء لعمل إنزيمات البنكرياسية والمعوية.

_ استحلاب الدهون Fat Emulsification ، أى تحويل الدهون إلى مستحلب يسهل هضمه بواسطة إنزيم اللببيز البنكرياسي. ويعود الفضل في ذلك إلى أملاح الصفراء التي تعمل على تقليل التوتر السطحي للدهون، فتكسر حبيبات الدهن الكبيرة إلى حبيبات أصغر فأصغر.

_ امتصاص الدهون والمواد الذاتبة فيها كالفيتامينات والكاروتينات، ويتم ذلك بمساعدة أملاح الصفراء التي تتحد مع الدهون أو المواد الذائبة فيها لتكون مركبات سهلة الامتصاص في خلايا الأمماء. وبعد أن يتم الامتصاص تترك أملاح الصفراء الاحماض الدهنية في الدم وتذهب إلى الكبد حيث تفرز ثانية ضمن العمارة الصفراوية.

_ تعتبر عصارة الصفراء هي الطريق الطبيعي للتخلص من كثير من الأدوية والسموم والعناصر المعدنية كالنحاس والخارصين والزئيق وكذلك الأصباغ الصفراوية (البيليروبين والبيليفردين) التي تصنعها خلايا الكبد من نوانج تكسير جزئ الهيموجلوبين.

_ افراز الكوليستيرول وأملاح الصغراء التى تصنع منه فى خلايا الكبد نفسها. إذ لايملك الجسم أية آلية لتحظيم جزئ الكوليستيرول. والطريقة الوحيدة للتخلص من الكوليستيرول الفائض عن حاجة الجسم هى افرازه عن طريق عصارة الصغراء كما هو أو بعد تخويله إلى أملاح الصغراء. ومن المهم أن يكون تركيز كل من كوليسترول الصغراء وأملاح الصغراء مناسباً. إذ أن اختلال النسب بينهما يؤدى إلى ترسيب الكوليستيرول على شكل بالمورات تتحول فيما بعد إلى حصوات تسمى حصوات المرارة Gall Stones.

Pancreatic Juice العصارة البنكرياسية

تفرز العصارة البنكرياسية بواسطة البنكرياس. وهي تختوى على خمسة إنهمات، يؤثر واحد منها على الكربوهيدرات وثلاثة على البروتينات وواحد على الدهون.

إنزج الأميليز البنكرياسي Pancreatic Amylase

وهو يقوم بهضم الكربوهيدرات التي لم تهضم بإنزيم الأميليز اللعابي، فيحولها إلى المالتوز (سكر ثنائي):

التربسين Trypsin والكيموتربسين

وهما يفرزان في صورة غير فعالة تربسينوجين Trypsinogen وكيموتهما الفعالة تربسين وكيموتهما الفعالة تربسين وكيموتهمين (على الترتيب) بواسطة انزيم الإنتروكينيز Entrokinase الذي يفرز من جدار الإثنى عشر. ويعمل هذان الإنزيمان على البروتين الذي لم يتأثر في المحدة بانزيم الببسين أو الذي تأثر به فهضم إلى بروتيوزات وببتونات، فيحولان كل ذلك إلى عديد الببتيد:

Protein, Proteoses and Peptones بروتين وبروتيوزات وبيتونات .

Trypsin and Chemotrypsin التربسين والكيموتربسين

Polypeptides عديد البتيد

كربوكس البنيديز Carboxy Peptidase

ويعمل هذا الإنزيم على عديد الببتيد فيفصل منه الأحماض الأمينية الطرفية التي لها مجموعة كربوكسيل حرة (طرفية) ويحوله في النهاية إلى ثنائي الببتيد:

Polypeptides عديد البتيد

Carboxy Peptidase كربوكسي الببتيديز

Dipeptides لتائي البيئيد

إن اللييز البنكرياسي Pancreatic Lipase

وهو يقوم بهضم الدهون وتخويلها إلى أحماض دهنية وجليسرول، وذلك من خلال فك الرابطة الإسترية بينها. فهو يعمل على سطح التماس بين قطيرات الزيت والماء التي توجد على شكل مستحلب دهني ساعدت على تكونه عملية التقليب النابجة عن تقلص المعدة والأمعاء. كما تشارك في ذلك أملاح الصفراء والدهون المهضومة جزئياً بواسطة الليبيز اللساني. ويفرز البنكرياس بروتينا خاصا ضروريا لعمل الليبيز البنكرياسي يسمى مساعد الليبيز Colipase يساعد على ارتباطه مع قطيرات الدهون:

Fat Emulsion مستحلب دهتى

اللييز النكرياسي

Pancreatic Lipase > Fatty Acids + Glycerol جايسرول أحماض دهنية

والدحماص الدهبيه والجليسرول هما الناتجان النهائيان لهضم الدهون

"المصارة الموية Intestinal Juice

تفرز المصارة المعوية من غدد أنبوبية في الطبقة المخاطية لجدار الأمعاء الدقيقة تسمى بكهوف ليبركين Crypts of Lieberkuhn. وهي عصارة قلوية تحتوى على خمسة أنواع من الإنزيمات، يؤثر ثلاثة منها على الكربوهيدرات، وواحد على البروتينات، وواحد على الدهون:

Maltase ; - JUI

وهو يعمل على تكسير جزئ المالتوز إلى جزيئين من الجلوكوز:

Sucrase 4,____

وهو يعمل على تكسير جزئ السكروز إلى جزئ جلوكوز وجزئ فركتوز:

اللاكستيز Lactase

وهو يعمل على تكسير جزئ اللاكتوز إلى جزئ جلوكوز وجزئ جلاكتوز :

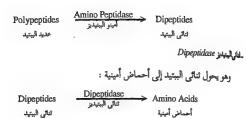
والجلوكوز والفركتوز والجلاكتوز هم النواتج النهائية لهضم الكربوهيدرات.

Erepsin الإربين

ويعد هذا الإنزيم خليطا من إنزيمين هامين هما أمينو الببتيديز Amino ويعد هذا الإنزيم خليطا من إنزيمين Peptidase.

أمينو البيئ Amino Peptidase

وهو يفصل الأحماض الأمينية التي تختوى على مجموعة أمين حرة في نهايات سلاسل عديد الببتيد فيحولها إلى ثنائي الببتيد :



والأحماض الأمينية هي الناتج النهائي لهضم البروتين.

اللييز المعوى Intestinal Lipase

ويكمل هذا الإنزيم هضم الدهون التي لم يستطع الليبييز البنكرياسي Pancreatic Lipase هضمها تماماً. والأحماض الدهنية والجليسرول هما النابجان النهائيان لهضم الدهون.

دور الهرمونات في عملية الهضم

للهرمونات دورهام في افراز الإنزيمات الهاضمة وفي تنشيط عمليات الهضم. وأهم هرمونات الجهاز الهضمي هي :

ا عرمون الجاميرين Gastrin

وهو يعمل على زيادة افراز الكلور وإنزيم الببسين. ويفرز من المعدة ومن مخاطية الإثنى عشر. ويزداد افرازه بإثارة العصب الحاثر أو يفعل وجبة غنية بالبروتين وبارتفاع معدل أيونات الكالسيوم والأدرينالين في الدم بينما ينخفض أفرازه بفعل الكلور بواسطة التغذية العكسية السالية Negative Feed Back .

٧_ هرمون الكولى سيستوكينين ... بنكريوزيمين

Cholycystokinin - Pancreozymin C-CK-PZ

لهذا الهرمون الذى يفرز من مخاطية الإثنى عشر تأثير على الحوصلة الصغراوية وعلى البنكرياس، كما يعمل على تنشيط المعدة وإفراغها لحتوياتها. وهو يعمل بالتماون مع هرمون السكرتين الذى يفرز أيضاً من مخاطية الإلني عشر على انقباض العضلة البوابية العاصرة فيمنع عودة الطعام من الإلني عشر إلى المعدة. وقد كان يظن في الماضى وجود هرمونين أحدهما كولى سيستوكينين يؤلر على الحويصلة الصغراوية فتفرز عصارتها والآخر ينكريوزيمين يؤثر على البنكرياس فيفرز عصارته. لكن اتضح أن الطبقة المخاطية للإثنى عشر تفرز هرمونا واحداً هو الكولى سيستوكينين _ بنكريوزيمين، وله التأثيران السابقان على الحوصلة الصغراوية وعلى البنكرياس.

Secretin جرمون السكرتين

يزيد هذا الهرمون من افراز البيكريونات من البنكرياس والكبد ويثبط افراز الكلور من المعدة، وهو يفرز من الإثني عشر أيضا.

2 - هرمون البيتيد المنبط للمعدة GIP

يعمل هذا الهرمون على افراز الانسولين ويثبط حركة وافراز المعدة. وهو يفرز أيضا من الإثنى عشر.

البتيد المنشط للأوعية الدموية VAIP

يعمل هذا الهرمون على زيادة افراز الأيونات المعدنية والماء من الأمعاء. ويعمل كذلك على توسيع الأوعية الدموية ويثبط افراز الكلور من المعدة. وهو يفرز أيضاً من الأثنى عشر. الامتصــــاص Absorption

النصل الحاسيء الإمتصاص

الفصل الخامس الامتصـــاص

مفهوم الامتصاص

عند انتهاء عملية الهضم تتحول الكربوهيدرات إلى سكاكر أحادية والبروتينات إلى أحماض أمينية والدهون إلى أحماض دهنية وجليسرول. وتلك هي الصور أو الحالات التي تمتص عليها المواد الغذائية في الأمعاء الدقيقة. وحين تصل المواد الغذائية المتصة (الجلوكوز والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية) إلى الدم تخدث مرحلة جديدة من التفاعلات الكيميائية داخل الجسم لكى تبنى الأنسجة الجديدة ولكى تنطلق الطاقة. وتسمى عملية نقل المواد المهضومة إلى الدم بالامتصاص Absorption.

مراحل الامتصاص

ينمدم الامتصاص في الفم والمرئ. لكن في المعدة قد يحدث امتصاص للماء والأملاح والكحول وبعض العقاقير. وفي الأمعاء الفليظة تمتص بعض الماء والأملاح. والمكان الطبيعي لامتصاص المواد المهضومة هو الأمعاء الدقيقة. إذ أنها مهيأة تشريحياً ووظيفياً لهذه العملية. فيتثنى سطحها إلى بروزات اصبعية الشكل تزيد من مساحة السطح الماص وتسمى خملات. وتختوى كل خملة على ثلاثة أنواع من الشعيرات: شريانية ووريدية ولمفية.

وتمتص نوائج الهضم عبر طريقين في الخملات هما :

السكاكر الأحادية والأحماض الأمينية والأملاح المعدنية تمتص عن طريق الشعيرات الوريدية في الخملات ثم تمر عن طريق الوريد البابي إلى الكبد. أما المواد الدهنية فيتحلل منها نسبة ٣٦٪ فقط إلى أحماض دهنية وجليسرول. يمتصان عبر نفس الطريق في الخملات.

٢.. من المواد الدهنية تتبقى نسبة ٦٤٪ دون تخلل يمتص منها عن طريق الأوعية اللبنية في الخملات نسبة ٦٣٪ كما هي على شكل حبيبان بعد تخولها إلى مستحلب. ثم تنتقل إلى الجهاز اللمفى ومنه إلى الدم. أما النسبة الضئيلة الباقية وهي ١٪ فتخرج مع البراز كما هي.

كيفية الامتصاص

يجرى امتصاص نوائج الهضم إلى الدم بإحدى وسيلتين : إما بالنقل غير النشط Passive Transport الذي يحدث من وسط عالى التركيز إلى وسط منخفض التركيز، أو بالنقل النشط Active Transport الذي يحدث بانجاء مماكس للتركيز أي من وسط منخفض التركيز إلى وسط عالى التركيز، ولذا فهو يحتاج إلى طاقة. ويمكن استعراض كيفية امتصاص المواد المهضومة حسب طريقة انتقالها إلى الدم كالأتى :

١ الكربوهيدرات

تمتص السكاكر الأحادية بطريقة النقل النشط، ماعدا الفركتوز والبنتوزات فتمتص بطريقة النقل غير النشط. وبعمل وجود أيونات الصوديوم في الأمعاء على زيادة امتصاص السكر. ويتصف الناقل للجلوكوز بأنه بروتين ذو قدرة على الارتباط بالجلوكوز وأيون الصوديوم معاً. ويقوم الناقل بنقل الجلوكوز والصوديوم معاً إلى داخل الخلية. ويساعد في ذلك الفرق في تركيز أيون الصوديوم على

جانبي الغشاء الخلوي، إذ أن تركيزه في الخلايا أقل منه في خارجها، أي أن امتصاصه يتم بطريقة النقل غير النشط. لذا تنساب أيونات الصوديوم والجلوكوز معا إلى داخل الخلايا. ومن الواضح أن استمرار نقل الجلوكوز إلى داخل الخلايا بواسطة هذا الناقل مرهون باستمرار وجود الفرق في تركيز أيونات الصوديوم. وهنا يأتي دور إنزيم آخر يعرف بمضخة الصوديوم والبوتاسيوم , Na+ K+ Pump أو Na+, K+, ATP ase. وهو يوجد على الغشاء الخلوي، ويعمل على المحافظة على التركيز المنخفض للصوديوم في داخلها، وذلك بضخ أيونات الصوديوم إلى خارج الخلايا، معتملًا في ذلك على الطاقة الكيميائية في جزئ أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP. ويمكن للجلاكتوز أن ينتقل أيضا بواسطة ناقل الجلوكوز نفسه، وذلك بسبب نقص أوجه التشابه في بنائهما. : ولايمكن لجزئ الفركتوز الذي لا يشابه بناؤه بناء الجلوكوز أن ينتقل بواسطة الناقل نفسه، بل يعتمد انتقاله على فرق التركيز، إذ أن تركيزه في الدم منخفض أى يتم امتصاصه بطريقة النقل غير النشط.

٧_ البروتينات

تمتص أغلب الأحماض الأمينية بطريقة النقل النشط في وجود أيونات الصوديوم. لكن بعض الأحماض الأمينية كحامض الجلوتاميك تمتص بالنقل غير النشط.

٣_ الدمون

تمتص الدهون بطريقة النقل غير النشط وبمساعدة أملاح الصفراء.

\$_ الأيونات

يمتص الصوديوم بطريقة النقل النشط، ويساعد في ذلك هرمون

الألدوستيرون Aldosteron الموجود في الأمعاء الدقيقة وكذلك الجلوكوز. لذا يعطى المصادويوم والجلوكوز. أما المصال يعطى المصادويوم والجلوكوز. أما المحال المتصاصه بطريقة النقل غير النشط، وأما الكلور والبيكريونات فيتم امتصاصهما بطريقة النقل النشط عن طريق التبادل في الأمعاء الدقيقة والقولون، فامتصاص الكلوريؤدي إلى خروج البيكريونات إلى الأمعاء الدقيقة.

هـ القيتامينات

يتم امتصاص الفيتامينات الذائبة في الماء (B,C) بسرعة عن طريق النقل غير النشط. أما الفيتامينات الذائبة في الدهون (A, D, E, K) فيعتمد امتصاصها على امتصاص الدهون، إذ في حالة نقص إفراز عصارة الصفراء أو البنكرياس يقل امتصاص الدهون، وبالتالى ينخفض معدل امتصاص هذه الفيتامينات.

الد المساء

يتم امتصاص الماء بالنقل غير النشط، ويتوافق امتصاص الماء مع امتصاص الغذاء، إلا أن نسبة امتصاص الماء تزداد بعد دخول محتويات الأمعاء الدقيقة إلى الأمعاء الغليظة، مما يؤدى إلى تخول محتوى الأمعاء تدريجياً من القوام السائل إلى القوام الصلب.

أما ما يتبقى من المواد الغذائية فيمر إلى الأمعاء الفليظة، حيث يتم هناك امتصاص كميات كبيرة من الماء لحفظ معدل الماء في الجسم ثابتاً، وبالتالى يتجنب الجسم الجفاف والتعرض للموت. وأما المواد غير المهضومة فتتجمع على شكل مواد صلبة تخضع لفعل البكتريا أثناء خزنها في المستقيم، ثم تطرد خارج الجسم على هيئة براز.

الفصل السادس الأيسض والطساقسسة

Metabolism and Energy

الفصل السلاس: الأيض والطاقة

The state of the s

الفصل السادس الأيض والطاقسة

مفهوم الأيض

الأيض Metabolism أو مايطلق عليه أحيانًا التحول الفذائي هو مجموع التفاعلات الكيميائية التي تخدث في الخلايا للمواد الفذائية. وللأيض غرضان رئيسيان، أولهما : الحصول على الطاقة التي تمكن الخلية من أداء وظائفها. ويتم ذلك من خلال تكسير نوانج هضم المواد الفذائية الممتصة، لإطلاق الطاقة الكامنة في جزيئاتها، ويسمى هذا بالأيض الهدمي Catabolism. وثانيهما : صنع المركبات المختلفة الضرورية للخلية من المواد البسيطة التي تنتج عن هضم الغذاء، ويسمى هذا بالأيض البنائي Anabolism. ونادراً ما يتحقق هذان الفذاء، ويسمى هذا بالأيض البنائي Anabolism واحد، بل تنتج الطاقة من تفاعل وتصنع المركبات الضرورية من تفاعل تال. لكن تبقى الممليتان متكافئين، ويظل الجسم في حالة انزان. وإذا زاد نشاط إحداهما عن الأخرى اختر توازنه.

انطلاق الطاقة

تخزن الطاقة الناججة عن عمليات الأيض داخل الخلايا علمي شكل روابط كيميائية في مركبات خاصة تطلق السعرات الحرارية عند الحاجة كما في الأنشطة الحيوية المحتلفة كالنمو والبناء والحركة والتكاثر وغيسرها. وأهم هذه المركبات الغنية بالطاقة هو أدينوسين ثلاثى الفوسفات Adenosine Triphosphate (للركبات الغنية بالطاقة المحرات الحرارية يتحول إلى أدينوسين ثنائى الفوسفات (ATP) Adenosine Diphosphate (ADP). ثم تستعمل الطاقة المتوفرة لإعادة تحويل أدينوسين ثنائى الفوسفات ATP إلى أدينوسين ثلاثى الفوسفات ATP.

وتنطلق السعرات الحرارية من المركبات الغنية بالطاقة في حالات القيام بالأنشطة الحيوية المختلفة كالحركة والنمو وبناء الأنسجة والتكاثر والعمل على استيفاء متطلبات الجسم من الأيض القاعدى Basal Metabolism. ويقصد بالأيض القاعدى احتياج الجسم من الطاقة في حالة توقف النشاط المضلى، ويقام وذلك للحفاظ على حركة القلب والتنفس وباقى وظائف الجسم، ويقام للشخص وهو يقط وفي راحة تامة وبعد ١٢ ساعة على الأقل من الوجبة الأخيرة. وهو يقدر للفرد البالغ السليم بكالورى واحد كل ساعة لكل كلوجرام من وزن الجسم، فإذا كان وزن الجسم لشخص ٧٠ كيلوجرام فإن الأيض القاعدى لهذا الشخص في اليوم = ١ × ٧٠ × ٢ = ١٩٨٠ كارورى.

دور مركب أدينوسين ثلاثى الفوسفات في تبادل الطاقة

يؤدى مركب أدينوسين ثلاثى الفوسفات ATP دور الوسيط في عمليات تبادل الطاقة. وكما ذكر فإن هذا المركب يصنع من مركب آخر هو أدينوسين ثنائى الفوسفات ADP. وتبلغ كمية الطاقة اللازمة لتحول أدينوسين ثنائى الفوسفات ADP إلى أدينوسين ثلاثى الفوسفات ATP حوالى ٧٠٣ كيلوكالورى لكل مول*.

^{*} المول هو الجزئ الجرامي أو الوزن الجزيشي بالجرامات.

وفى الخلايا مركبات أخرى عالية الطاقة عدا مركب أدينوسين ثلاثى الفرسفات مثل فرسفو إينول بيروڤات Phosphoenol Pyruvate وكرياتين فرسفات Phosphate وكرياتين Creatine Phosphate وكرياميل فوسفات Phosphate وكرياميل فوسفات العالية الطاقة. إذ ويعتبر أدينوسين ثنائى الفرسفات ADP أيضا من المركبات العالية الطاقة. إذ يمكن أن يستغل لذلك الغرض بأخذ مجموعة فوسفات من جزئ منه لتحويل جزئ آخر مماثل إلى أدينوسين ثلائى الفوسفات ATP كما يلى :

تفاعلات الأكسدة والاختزال الأيضية

الأكسدة هي فقد الالكترونات، أما الاختزال فهو اكتساب الالكترونات. وهاتان العمليتان متلازمتان. وإذا تأكسد الجلوكوز بواسطة الأكسجين بحرقه في أنبوبة اختبار فإن الالكترونات تنتقل إلى الأكسجين مرة واحدة فتحرر كمية كبيرة من الطاقة الحرارية تقدر بنحو ٦٧٣ كيلوكالوري لكل مول من الجلوكوز.

 ${
m C_6H_{12}O_6} + 6{
m O_2} \longrightarrow 6 {
m CO}_2 + 6{
m H_2O} + 673 {
m \ Kcal/mole}$ کیلز کاالری/مرل ماہ ثانی آکسید آکسین جلز کرز ۱۷۳ کیلز کاالری/مرل ماہ الکربرد

لكن في الخلايا يختلف الوضع عن ذلك. إذ أن أكسدة الجلوكوز فيها لائتم في خطوة واحدة كهذه ببساطة. بل إن انتقال الالكترونات يتم عبر عدد كبير من التفاعلات خلال عدة مراحل تشترك فيها إنزيمات ومرافقات إنزيمية (كوانزيمات ومرافقات إنزيمية (كوانزيمات ومدالة من الطاقة. وهذا الإنتقال التدريجي للالكترونات يمكن الخلايا بالطبع من الإستفادة من الطاقة المصاحبة.

وتنتقل الالكترونات من الجلوكوز وغيره من المركبات إلى الأكسين بمشاركة مركبات خاصة تعرف بناقلات الالكترون مثل نيكوتيناميد أدينين النائي النيوكليوتيد Nicotinamide Adenine Dinucleotide الذي يرمز له اختصاراً بالرمز +NAD وفلاڤين أدينين ثنائي النيوكليوتيد Dinucleotide الذي يرمز له اختصاراً بالرمز FADP، ويمكن لكلٍ من القاعدتين نيكوتيناميد وفلاڤين أن تتقبل زوجاً من الالكترونات (أي تُخترَلُ) فيتحول ADP إلى FADH إلى FADH.

الفسفرة التأكسدية Oxidative Phosphorylation

تتم معظم تفاعلات الأكسدة التى تتوافق مع اختزال *NAD و DAD فى داخل الميتوكوندريا عدد من المناهدة الميتوكوندريا عدد من الإنزيمات المختصة بنقل الالكترونات من NADH و FADH إلى الأكسجين. وتؤلف هذه الإنزيمات مع بعضها ما يعرف بالسلسلة التنفسية الأكسبين. وتؤلف هذه الإنزيمات تركيبات كيميائية قابلة للاختزال ثم الأكسدة مثل أيونات الحديد والكبريت ومجموعة الهيم الحارية على الحديد والنحاس. وتتقل الالكترونات ضمن هذه السلسلة وبمشاركة هذه الناقلات إلى أن تصل إلى الأكسبين. وفي كل مرة ينتقل فيها الالكترون من ناقل إلى آخر تتحرر كمية من الطاقة. وتبلغ كمية هذه الطاقة عندما ينتقل الالكترون بين ناقلات معينة قدرًا يكفي لصنع مركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات PD. ومن هنا جاء مصطلح الفسفرة التأكسدية. إذ ثلاثي الغرسفات ADP. ومن هنا جاء مصطلح الفسفرة التأكسدية. إذ أدي ها المجرئ PADH أو PADH. وتضاف الفوسفات الجزئ PADH الوسفات PADH وتشاف المقوسفات الجزئ PADH المترافق أكسدة جزيئين فقط.

أيض المواد الغذائية أولا - أيض الكربوهيدرات

تمتص الكربوهيدرات في الأمعاء الدقيقة على هيئة سكاكر أحادية كالجلوكوز أو الفركتوز أو الجالاكتوز ويتحول الفركتوز والجالاكتوز في الكبد إلى جليكوجين. أما الجلوكوز فقد يبقى في اللم أو الأنسجة ويؤكسد داخل الخلايا للحصول على الطاقة أو يختزن في الكبد والعضلات على هيئة جليكوجين أو قد يتحول إلى دهون ويختزن على هذه الصورة.

لكن جزئ الجلوكوز قبل أن يمتص فى الأمعاء الدقيقة فإنه يتحد مع الفوسفات من خلال عملية فسفرة Phosphorylation ويتحول بواسطة إنزيم جلوكوكينيز Glucokinase إلى جلوكوز ـــــــــ فوسفات الذى يتمكن من المرق بسهولة خلال غشاء الأمعاء الدقيقة:

 Glucose + ATP
 Glucokinase
 Glucose - 6 - Phosphate
 + ATP

 اینوسن ۱۳۰۵ میلی میلی الموسفات
 الموسفات
 الموسفات
 الموسفات
 الموسفات

 Glucose - 6 - Phosphate + ADP
 Phosphatase
 Glucose + ATP

 التورسين ثلاثي جلوكوز - ٦ - فوسفات
 أفيوسين ثلاثي جلوكوز - ٦ - فوسفات

 الفوسفات
 الفوسفات

ثم يتجه الجلوكوز الحر إلى الوريد البابي الكبدي، ويتحول مرة أخرى التناسية بواسطة إنزيم الجلوكوكينيز إلى جلوكوز ــا".. فوسفات الذى يتوقف مصي_{ره} على معدل الجلوكوز فى الدم.

مصير الجلوكوز

اعتماداً على معدل الجلوكوز في الدم يؤول مصير الجلوكوز الممتص (جلوكوزسات فوسفات) إلى أحد طريقين :

١_ عند المعدل الطبيعي لجلوكوز الدم

إذا كان جلوكوز الدم في معدله الطبيعي (١٠٠ ملجم/١٠٠ مل من الدم) فإن الجلوكوز ــــــــــ فوسفات من الدم) فإن الجلوكوز ـــــــــــ فوسفات بفعل إنزيم الفوسفوجلوكوميوتيز Phosphorytase. ثم يتحول بفعل إنزيم الفوسفوريليز Phosphorytase إلى جليكوجين يخـــزن في الكبـــد والعضلات لحـــن الحاجة :

Glycogen Phosphorylase بطيكرجين

وحين يتحلل مخزون الكبد من الجليكوجين فإنه يطلق كممية من الجلوكوز إلى الدم تسد حاجة الخلايا في الفترات التي يقف فيها وصول الجلوكوز من الأمعاء أما ما يخزن في العضلات من جليكوجين فإنه يستهلك من قبل العضلات الملائمة بالعضلي.

ويساعد خزن الجليكوجين في الكبد على المحافظة على تركيز جلوكوز

الدم عند المعدل الطبيعى فى الفترة التى تلى الطعام مباشرة حيث يزيد معدل وصول الجلوكوز من الأمعاء. وتبلغ كمية الجليكوجين التي يخزنها الكبد فى الأحوال الطبيعية بمائة جرام تقريبا. أما ما يخزن منه فى العضلات فيقارب ٢٥٠ جرام. والحكمة فى خزن الجلوكوز على هيئة جليكوجين هو الحيلولة دن زيادة الضغط الأسموزى. وهذا يعتمد كما هو معروف على عدد الجزيتات وليس على حجمها.

ويشتمل أيض الجليكوجين على عنصرين هامين يتمشلان في البناء والهدم وهما: تصنيع الجليكوجين من مصادر كربوهيدراتية Glycogenesis أو مصادر غير كربوهيدراتية Glyconeogensis، وتخلل الجليكوجين من مصادر خير كربوهيدراتية Glyconeogensis، وتخلل الجليكوجين Glycogenolysis، وتتوازن عمليتا تصنيع الجليكوجين وتخلله توازنا كبيراً. إذ تتحكم الهرمونات في ذلك بصورة رئيسية. فهرمون الإنسولين الذي يفرز من خلايا بيتا بجزر لانجرهانز في البنكرياس يساعد في عملية بناء الجليكوجين، ليضا يساعد هرمون الأدرينالين الذي تفرزه الفدتان الكظريتان وهرمون الجلوكاجون الذي تفرزه خلايا أنا بجزر لانجرهانز البنكرياسية وهرمونات العلل الجليكوجين.

أ... تصنيع الجليكوجين Glycogen Synthesis تصنيم الجليكوجين من مصادر كربوهيدراتية Glycogenesis

هذه العملية هي المصدر الأساسي لبناء الجليكوجين. وتنشط في فترات مابعد وجبات الطعام مباشرة حيث يتزايد تركيز جلوكوز الدم تتيجة وصوله من الأمعاء. فيزداد افراز هرمون الإنسولين من البنكرياس. ويساعد هذا على دخول الجلوكوز إلى الخلايا الكبدية، فينشط تصنيع الجليكوجين منه. ويعمل على نمو جزئ الجليكوجين وتشعبه إنزيمان، أولهما هو إنزيم جليكوجين سينشيز

Giycogen Synthetase الذي يحفز إضافة جزئ الجلوكوز إلى النهاية العرة لإحدى السلاسل الفرعية الكثيرة في جزئ الجليكوجين. ويعمل هرمون الإنسولين على تنشيط هذا الإنزيم. وثانيهما هو إنزيم التشعيب Eranching ويعمل على تكوين السلاسل الفرعية، أي تشعيب الجليكوجين. وتتلخص طريقة عمله بنقل قطعة مؤلفة من عدة جزيئات جلوكوز من إحدى السلاسل وربطها مع فرة الكربون السادسة لأحد جزيئات الجلوكوز في سلسلة فرعية مجاورة.

تصنيع الجليكوجين من مصادر غير كربوهيدراتية Glyconeogenesis

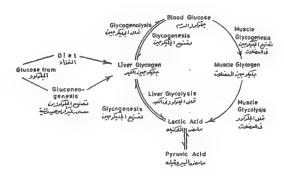
يعتبر تصنيع الجليكوجين من مصادر غير كربوهيدراتية كالبروتين والدهرن مصدراً ثانوياً للجليكوجين. ويحدث كخطوة إضافية في التفاعلات الأخيرة لمسار تصنيع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Giuconeogenesis لمسار تصنيع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية وسقات أن يتحول إما إلى جلوكوز بفعل إنزيم الجلوكوز آ_ فوسفاتيز أو إلى جلوكوز _1_ فوسفات بفعل إنزيم الفوسفوجلوكوميوتيز، يتحول بعده إلى جليكوجين بفعل إنزيم الفوسفوريليز.

ب_ تحلل الجليكوجين Glycogenolysis

عندما ينخفض معدل الجلوكوز في الدم يبدأ تخلل الجليكوجين في الكبد. وتفصيل ذلك أن انخفاض الجلوكوز في الدم يحفز البنكرياس على افراز هرمون الجلوكاجون في الدم الذي ينتقل إلى الكبد حيث يدخل في عدة تفاعلات من شأتها أن تنشط إنزيم الفوسفوريليز Phosphorylase المختص بهدم الجليكوجين. أما الجليكوجين في العضلات فإنه يتحلل بآلية مماثلة نتيجة

وصول هرمون الأدرينالين إلى سطح الخلايا حيث يبدأ سلسلة من التفاعلات لخلوبة التي تؤدى إلى تنشيط إنزيم الفوسفوريليز في العضلات.

ويختلف جليكوجين العضلات عن جليكوجين الكبد في أنه لايمكن أن يتحرر إلى جلوكوز حر نظراً لغياب إنزيم الفوسفاتيز Phosphatase الذي يقتصر وجوده على الكبد. وجليكوجين العضلات هو مصدر الطاقة في تلك الأنسجة والتي يمكن الحصول عليها بواسطة سلسلة من التفاعلات اللاهوائية والتي تمرف بدورة حامض اللاكتيك أو دورة كورى Cori Cycle (شكل ؟). إذ في هذه الدورة يتحول الجليكوجين إلى جزيئين من حامض البيروڤيك وجزيئين من حامض البيروڤيك وجزيئين



شكل (٦) دورة حامض اللاكتيك Lactic Acid Cycle أو دورة كورى Cori Cycle

ويتكسر جليكوجين العضلات أيضاً أثناء الاجهاد العضلي منتجا حامض اللاكتيك Lactic Acid الذي يمر إلى الدورة الدموية العامة. فإما يؤكسد لإطلاق الطاقة أو يحول مرة أخرى إلى جليكوجين في الكبد. هذا ويمكن أن يتحول جليكوجين المضلات إلى جلوكوز بطريقة غير مباشرة.

٧_عند المعدل الأقل من الطبيعي لجلو كوز الدم

إذا كان معدل الجلوكوز في الدم أقل من الطبيعي (أى أقل من ٨٠ ـ ١٢٠ ملجم/١٠٠ مل من الدم) فإن الجلوكوز ـــــــــــ فوسفات يتحرر إلى جلوكوز حريضاف إلى جلوكوز الدم ليجمله ثابتاً.

أكسدة الجلوكوز

يذهب الجلوكوز الحر إلى الخلايا المختلفة فيتأكسد إلى ثاني أكسيد الكربون وماء وتنطلق الطاقة اللازمة لأنشطة الجسم المختلفة :

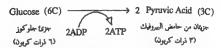
 ${\rm C_6H_{12}O_6} + 6\,{\rm O_2} \xrightarrow{----->} 6\,{\rm CO_2} + 6\,{\rm H_2O} + 673\,$ Kcal/mole کیلو کالوری امول ماه ثانی آکسید آکسجین جار کوز ۱۷۳ کیلو د

ولاتتم هذه الأكسدة لجزئ الجلوكوز بخطوة واحدة بل على مرحلتين رئيسيتين هما:

مخلل الجاوكوز Glycolysis أو مايسمى بالتنفس الهوائى Glycolysis أو مسار إيمبدين مايرهوف Embden-Meyerhof Pathway ودورة كريبس Krebs Cycle أو مسار للهوائى Ciric Acid Cycle أو حامض السيتريك Respiration

[تعلل الجلوكوز Glycolysis

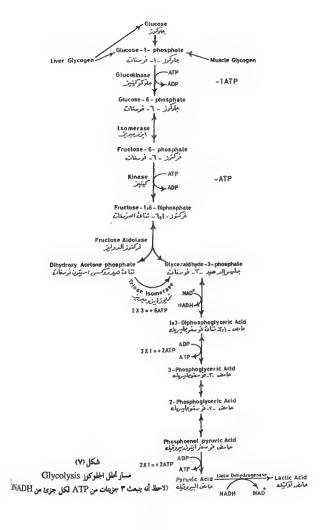
فى هذه المرحلة لايلزم وجود الأكسجين. وهى عبارة عن مسار أيضى يُجرى تفاعلاته فى سيتوبلازم جميع أنواع الخلايا فى الانسان والحيوان والنبات. وخلال هذه العملية يتكسر جزئ الجلوكوز إلى جزيئين من حامض البيروثيك ويتحرر ٨ جزيئات من أدينوسين ثلاثى الفوسفات ATP، كما فى المادلة التالية التى تلخص تفاعلات تخلل الجلوكوز:



ولايستطيع الجسم الاعتماد على هذه العلقة غير الكافية. لذا فلابد من الاستفادة من حامض البيروفيك الناتج عن هذه العملية وتخطيمه وتخليله لانتاج طاقة أكثر. ويتم ذلك بوجود الأكسجين وفي داخل الميتوكوندريا حيث تخدث درة كريس. لذا يمتبر المسار الأيفيى لتحلل الجلوكوز Glycolysis مرحلة تمهيدية للأكسدة الكاملة للجلوكوز إلى ثاني أكسيد الكربون والماء للحصول على الطاقة وذلك من خلال دورة كريس. ويبين شكل (٧) خطوات المسار الأيفيى لتحلل الجلوكوز Glycolysis وحساب الطاقة المنبعثة من مراحلها المختلفة. وبالنظر إلى تفاعلات تخلل الجلوكوز يلاحظ أنه لتكسير كل جزئ من الجلوكوز إلى جزيئين من حامض البيروفيك يستهلك من أدينوسين ثلاثي من الجنوسية الصافى هو الموسفات ATP

يعتمد استمرار مسار تخلل الجلوكوز على توفر نيوكليوتيدات *NAD التى تختزل فى تفاعل أكسدة الجليسرالدهيد فوسفات. وحيث أن كمية *NAD فى الخلية محدودة فإن استمرار تفاعلات المسار يتطلب إعادة أكسدة NADH إلى *NAD ففى الظروف الهوائية عند توافر الأكسجين تتم أكسدة NADH

علمر وظائف الأعضاء



في المبتوكوندريا وخزن الطاقة الناتجة على شكل أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP، حيث تؤدى أكسدة كل جزئ من جزيئي NADH إلى تكون ثلاثة جزيئات من أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP. وهكذا يصبح العدد الكلى لجزيئات أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP ثمانية جزيئات لكل جزئ من الجلوكوز يتحول إلى حامض البيروڤيك؛ إثنان منها ينتجان في السيتوبلازم مباشرة بينما تنتج الستة الباقية في الميتوكوندريا.

لكن حيث يقل وجود الأكسجين في ميتوكوندريا العضلات كما في حالة التمارين العضلية الشديدة، بل وحين تغيب الميتوكوندريا من خلايا الدم الحمراء فإن حامض البيروڤيك يختزل إلى حامض اللاكتيك مع أكسدة NADH إلى *NAD . ويتم ذلك بمساعدة إنزيم لاكتيك دهيدروجينيز LDH المتوافر في خلايا العضلات وخلايا الدم الحمراء. وهكذا يكون الناتج النهائي التحلل الجلوكوز في الظروف اللاهوائية هو حامض اللاكتيك بدلاً من حامض اليه وقيك، لكن عدد جزيئات أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP التي تتكون في هذه الحالة يبقى ٢ بدلاً من ٨. وواضح أن لهذا التفاعل أهمية في توفير †NAD الذي يمكن تفاعلات تخلل الجلوكوز من الاستمرار.

Oxidation CH₃ - CH - COOH + NAD + CH2 - C - COOH + NADH= Reduction Pyruvic Acid Lactic Acid حامض البيرقيك حامض اللاكتيك

ولايمكن لجزيئات حامض اللاكتيك النابخة من هذا التفاعل أن تدخل في أي تفاعل آخر. والسبيل الوحيد للتخلص منها هو أن تنقل بواسطة الدم إلى الكبد حيث تؤكسد ثانية هناك إلى حامض البيروڤيك. وذلك من خلال نفس التفاعل الذي تكونت فيه لكن في الاعجاه المعاكس. كنما أنه من المكن أيضا أن يؤكسد حامض اللاكتيك الذي بقى في العضلات إلى حامض البيروڤيك، وذلك بعد أن تتوقف التمارين العضلية ويتوافز الأكسجين بكميات كافية. وجدير بالذكر أن تفاعلات تخلل السكر فى الظروف اللاهوائية تخدث أيضا فى الخميرة، إلا أنه بالطبع لايختزل حامض البيروڤيك إلى حامض اللاكتيك. لكن حامض البيروئيك يتحول إلى أسيتالدهيد وثاني أكسيد الكربون :

$$\mathrm{CH_3-C-COOH} + \mathrm{NADH}$$
 Oxidation $\mathrm{CH_3-C-H} + \mathrm{CO_2}$ Pyruvic Acid Reduction Acetaldhyde $\mathrm{CH_3-C-H} + \mathrm{CO_2}$ الكيرة أميناللمبيد الميرية أميناللمبيد

لم يخترل الأسيتالدهيد إلى كحول إيثلي في تفاعل تال كالآتي:

$$CH_3 - CH_3 - CH_1 + NADH + H^+ ----> CH_3 - CH_0OH + NAD^+$$
 Acetaldhyde Ethyl Alchol کمول ایشلی آمیتالدهد

وواضح ما لهذا التفاعل من أهمية في توفير *NAD الذي يمكن تفاعلات تخلل الجلوكوز من الاستمرار.

ب ـ دورة كريس Krebs Cycle

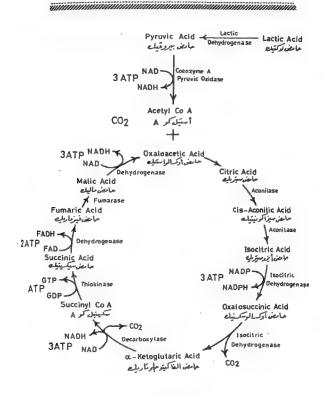
فى هذه المرحلة يلزم وجود الأكسجين. وهى عبارة عن دورة تخدث فى ميتوكوندريا جميع خلايا الجسم. وفيها يتكسر حامض البيروڤيك إلى ثانى أكسيد الكربون والماء ويتحرر ١٥ جزيًا من أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP. ولما كان كل جزئ من الجلوكوز يكون جزيئين من حامض البيروڤيك فإنه ينتج ٢ × ١٥ أى ٣٠ جزيئا من أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP. هذا ويتحر ٢ كنابة التفاعل النهائي لدورة كريس كالآتي :

CH₃COCOOH + $\frac{5}{2}$ O₂ + 15ADP + 15 Pi ----- 3CO₂ + 2 H₂O + 15ATP أدبوسين ثلاثي صاء ثاني أكسيد فوسفات أدبوسين ثلاثي أكسجين حامض بيروفيك ألدوسفات الكربون الكوسفات الكربون

ويوضح شكل (٨) الخطوات التفصيلية لدورة كريس وحساب الطاقة المنبعثة من كل مرحلة منها. وفي هذه الدورة تفقد ذرتان من الكربون على المADH إلى NADH إلى PADH إلى FADH إلى FADH وجزئ FAD وتختزل ثلاثة جزيئات FADH إلى FADH ، ويتكون جزئ من مركب فوسفات عالى الطاقة هو جوانوسين ثلاثي الفوسفات GTP بدءاً من جوانوسين ثنائي الفوسفات

ومن خلال دورة كريس تنتهى أكسدة الكربوهيدرات والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية. فتتحرر الطاقة المختزنة في هذه الجزيئات وتخفظ في اللمينية والأحماض الدهنية. فتتحرر الطاقة المختزنة في هذه الجزيئات وتخفظ في السيح كليوتيدات الثنائية HADH و FADH2 التي تؤكسد ثانية في تفاعلات المضغرة التأكسدية لتكوين مركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP. هذا وينطلق الجزء الأكبر من الطاقة في المرحلة الهوائية (دورة كربيس). إذ أن تأكسد الكربون والماء ينتج عنه ١٧٣ كيلو كالورى لكل مول، في حين أن تأكسد نفس الكمية من الجلوكوز إلى حامض الميروفيك ينتج عنه ٢٧٣ كيلو كالورى فقط. وعند القيام بمجهود عضلي كبير في زمن قصير فإن الجسم يضطر إلى أن يعتمد إلى حد كبير على المرحلة الملاوتية (خلل السكر Glycolysis) للحصول على الطاقة اللازمة لأن الدم يعجز عن أن يمد العضلات بالقدر الكافي من الأكسجين، كما أن قصر الوقت لايسمح بإنمام المرحلة الهوائية. ولذلك يلجأ الجسم إلى تخليل كميات كبيرة من الجلوكوز إلى حامض البيروفيك حتى يستطيع أن يحصل على الطاقة كلازمة لمثل هذا الجهود.

ونجدر الإشارة هنا إلى الفرق بين احتراق الجلوكوز خارج الجسم وداخله. فاحتراق الجلوكوز خارج الجسم وداخله. فاحتراق الجلوكوز احتراقاً كاملاً (أى في أنبوية اختبار) يعطى ٦٧٣ كيلو كالورى لكل مول، بينما تعطى أكسدته من خلال عمليتي تخلل الجلوكوز Glycolysis ودورة كرييس ٣٨ Krebs cycle جدريئاً من أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP رفل كان كل جزئ من أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP



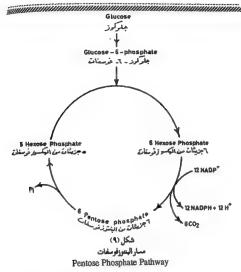
شكار (۸) دورة كريس Krebs cycle (لاحظ أنه ينبعث ٣ جزيعات من ATP لكل جزءا من NADPH، وينبعث جزيعان من ATP لكل جزءاء من FADH، وينبعث جزءاه واحد من ATP لكل جزءاء من GTP بعادل ۸ کیلو کالوری فاپن ما ینتج من طاقة عند تأکسد الجلوکوز خملال عملیتی تخال الجلوکوز Glycolysis ودورة کربیس Krebs cycle یعادل ۳۸ ۸ ≈ £ ۳۰ کیلو کالوری.

مسار البنتوز فوسفات Pentose Phosphate Pathway

تبين فيما سبق أن الجلوكوز يتحطم فى أنسجة المضلات ليعطى ثانى أكسيد الكربون والماء وتنتج الطاقة اللازمة للجسم على هيئة جزيئات من مركب أدينوسين ثلاثى الفوسفات ATP. ويتم ذلك بتأثير عدة إنزيمات مختلفة فى مسارين هامين مختلفين من مسارات أيض الكربوهيدوات هما تخلل الجلوكوز Glycolysis أما فى خلايا اللام الحمراء والكبد والأنسجة الدهنية فإن الجسم يستعمل بالإضافة إلى المسارين المذكورين مساراً آخراً لتحطيم الجلوكوز يسمى بمسار البنتوز فوسفات (شكل ٩). ويلجأ الجسم إلى هذا المسار للحصول على مركب NADPH الذي تبرز الحاجة إليه في بعض عمليات التصنيع الحيوى.

ومن خلال هذه المسار يتضع أن ٢ جزيئات من الهكسوزفوسفات تتأكسد لتعطى ٢ جزيئات من البنتوزفوسفات، ثم لتعطى ٢ جزيئات من البنتوزفوسفات، ثم يعاد تحويل هذه الجزيئات السنة إلى ٥ جزيئات من الهكسوزفوسفات. وبعد ذلك يتضم إلى هذه الجزيئات الخمسة جزئ جديد من الهكسوزفوسفات فتتم مسار أخرى للبنتوز.

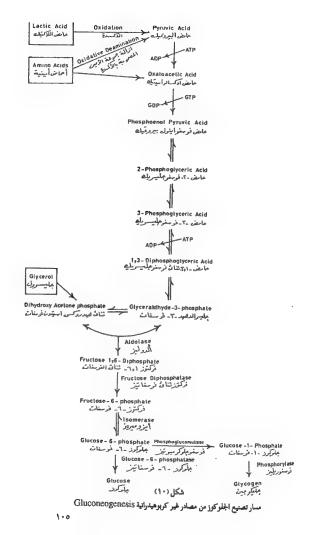
وعلى الرغم من أن الناتج النهائي لهذا المسار هو الأكسدة الكاملة لجزئ جلوكوز واحد إلا أن هذا المسار ليس مصدراً للطاقة في الجسم. لكن مايحدث في خلايا الثديبات من خلال هذا المسار هو تحويل +NADPH إلى NADPH. كمما أن هذا المسار هو المسار الأيضى الذي يمكن بواسطته الحصول على السكريات الخماسية الكربون (بنتوزات). ويعد مسار البنتوزفوسفات أكثر نشاطاً



في الكبد والغدد الثديية حيث توجد حاجة ماسة للحصول على NADPH لكي تصنع الأحماض الدهنية.

تصنيع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogenesis

فى حالات العبية والتمارين المضلية فى الكبد يتم تصنيع الجلوكوز من مصادر أخرى عدا الكربوهيدرات، وذلك من خلال مسار محدد (شكل ١٠) يبدأ بحامض البيروقيك وينتهى بالجلوكوز الذى يعبر الفشاء الخلوى لخلايا الكبد لكى يصل إلى الدم، ومنه إلى بقية خلايا الجسم. وينبغى ألا يظن أن ذلك عكس مسار تخلل الجلوكوز وينتهى الايمادي يبدأ بالجلوكوز وينتهى بحامض البيروفيك لكن المسارين مختلفان، وإن اشتركا فى معظم التفاعلات، ومرجع سبب ذلك أولاً إلى ضرورة اختلاف مسارات البناء والهدم لكى يمكن



السيطرة على حدوث كل منهمما، وثانيًا يرجع السبب لكون ثلاثة من تفاعلات غملل الجلوكوز Glycolysis (الأول والثالث والأخير) غير منعكمة.

ويعتبر حامض البيروفيك هو المادة الأولية لصنع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية. ويأتى حامض البيروفيك من أكسدة حامض اللاكتيك ومن إزال مجموعة الأمين من بعض الأحماض الأمينية مثل الألانين والسيرين وغيرهما. ويمكن لأى من المركبات الوسيطة في تفاعلات مسار كريس أن تستخدم في هذا المسار بعد أن تحول إلى حامض الأوكسالوأسيتك الذي يعتبر أحد المركبات الوسطية في مسار تصنيع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية. كما يمكن للجليسرول الناغ عن تميؤ الدهون أن يدخل إلى هذا المسار بعد أن تنتقل إليه مجموعة فوسفات ثم يؤكسد النانج إلى ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات.

جلوكوز الدم Blood Glucose

يأتى الجلوكوز إلى المدم من ثلاثة مصادر رئيسية، أولها: هضم الكربوهيدرات التى تتحول إلى جلوكوز وفركتوز وجلاكتوز ثم تمتص وتمر في الوريد البايى كما هو معروف، ويتحول الفركتوز والجلاكتوز إلى جلوكوز ثم إلى جلوكوز ثم جلوكوز ثم جلوكوز ثم جلوكوز ثم جلوكوز ثم جلوكوز الدم هو المركبات غير الكربوهيدراتية مثل الأحماض الأمينية والجليسرول الذين يتحولان إلى جلوكوز من خلال المسار المعروف بتصنيع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Adrenatine أما المصدر الثالث لجلوكوز الدم فهو ما ينتج عن شخلل جليكوجين الكبد Glycogenolysis . ويلعب هرمون الأدرينالين Diabetogenic والمحمون مولد السكر Diabetogenic الذي يفرز من نخاع الغدتين الكظريتين والهرمون مولد السكر Homone الذي يفرز من نخاع الغدتين الكظريتين والهرمون مولد السكر Homone الذي يفرز من الفص الأمامي للغدة النخامية دوراً هاماً في العمل على يخويل جليكوجين الكبد إلى جلوكوز يمر إلى اللم.

ويتراوح تركيز الجلوكوز في الدم بين ٨٠ _١٢٠ ملجم / ١٠٠ مل من الده. ويسمى هذا بمعدل السكر في الدم (Blood Sugar Level (BSL) . هذا ولكي يبقى معدل الجلوكوز في الدم ثابتًا يمكمن تنظيم تركيزه في الدم بتحول جليكوجين الكبد إلى جلوكوز. كما يمكن أيضًا تخويل كمية قليلة من جليكوجين الكلي إلى جلوكوز. ويوجد في هذين العضوين (الكبد والكلي) إنزيم جلوكوز ـــــــــــ فوسفاتيز Glucose-6-Phosphatase الذي يحول الجاوكوز ــــــ فوسفات إلى جلوكوز. وتختزن العضلات الهيكلية أيضا الجليكوجين. لكنها تفتقر إلى هذا الإنزيم، فلا يمكنها محويل الجليكوجين إلى جلوكوز. لذلك ليس لها أية علاقة مباشرة بجلوكوز الدم. كما يقابل عملية تخلل الجليكوجين Glycogenolysis عملية تصنيعه التي تخول مايزيد من جلوكوز الدم إلى جليكوجين. ويتم ذلك في الكبـد والعضلات. ولكي يسيطر الكبد على محتواه من الجلوكوز، خاصة إذا عرفنا أن الجاركوز من الممكن أن يخترق جدر الخلايا فإن عملية هامة تحدث داخل خلايا الكبد لكي يبقى الجلوكوز داخلها. وتسمى هذه العملية الفسفرة Phosphorylation، وفيها يضاف الفوسفور إلى الجلوكوز، ويلزم لها إنزيم جلوكوكينيز Glucokinase وأيون الماغنسيوم :

وإذا زاد ممدل الجلوكوز في اللم فإن خلايا بيتا في جزر لانجرهانز بالبنكرياس تقوم بافراز هرمون الإنسولين الذي يلعب دوراً هاماً في تنظيم ممدل السكر باللم. إذ يؤدى افرازه إلى انخفاض تركيز سكر الله Hypoglycemia كما أن وجود هذا الهرمون باللم ينشط عملية تصنيع الجليكوجين وعملية تصنيع الدهون من السنكر ومن الكربوهيدرات بشكل عام. ولهذا الهرمون خاصية هامة هى أنه يساعد أيضا على زيادة نفاذية جدران الخلايا للجاركور. وإذا نقص افراز الإنسولين بالجسم يحدث مرض السكر Diabetes Mellitus الذى ترتفع فيه نسبة السكر فى الدم. وليس نقص افراز الإنسولين هو السبب الأوسعد فى حدوث مرض السكر، بل قد يكون تركيب الإنسولين نفسه مختلاً أو قد يوجد خلل فى مستقبلات الأنسولين بالخلية. وللورائة دور هام فى الإصابة بهذا المرض. وتؤدى زيادة الجلوكوز فى الدم Hyperglycemia إلى افرازه فى البو البورية البوركور فى الدم Glycosuria إلى

ومن أهم أعراض مرض السكر تكرار التبول والنهم ونقص الوزن والشعور بالتعب والأرهاق عند بذل أقل مجهود واضطراب الرژية وتأخر التثام الجروح واستهلاك بروتينات الجسم ثما يؤدى إلى ضعف البنية. وعند اشتداد المرض تظهر في البول إلى جانب السكر الزائد في المدم مركبات كيتونية تدعى الأجسام الكيتونية Ketone Bodies، وهي ثلاثة : الأسيتون والأسيتوأسيتات وبيتاهيدروكسي بيوتيرات. ومن العوامل المرتبطة بمرض السكر البدانة والسن والجنس والورائة، وأهمها البدانة.

اخراج الجلوكوز في البول Glycosurea

قد يزيد أحياناً معدل الجلوكوز في الدم عن الطبيعي، أى تعلو قيمته عن ١٠٠ مليم من المعراب من الدم (الحد الأعلى للمعدل الطبيعي للجلوكوز في الدم المعام Blood Sugar Level). وعند وصول الدم إلى الكليتين لترشيح البول منه فإن للأقيبوات البولية في الكليتين مقدرة محدودة على إعادة امتصاص الجلوكوز المار مع الراضع. ويسمى هذا بعتبة الكلية Renal Threshold . وتبلغ قيمة هذه المعتبة ١٨٠ ملجم ١٠٠ مل من الدم. أى يمكن إعادة امتصاص الجلوكوز المعتبة ١٨٠ ملجم ١٠٠ مل من الدم. وحتى ١٨٠ ملجم ١٠٠ مل من المرام . وعند زيادة معدل الجلوكوز في الدم عن قيمة عتبة الكلية فإنه لابد للجلوكوز الزائد من أن يمر مع البول إلى خارج الجسم.

ويزيد معدل الجلوكوز في الدم تتيجة لعوامل عديدة أهمها عدا مرض السكر أو تناول وجبات عالية من الكربوهيدرات أن قيمة عتبة الكلية قد تكون لدى بعض الأشخاص الأصحاء أقل من ١٨٠ ملجم١٠٠ مل من الدم نظرًا لحدوث خلل في الأنيبوبة البولية نفسها. فيخرج بذلك الجلوكوز مع البول، وتسمى هذه الحالة بمرض السكر الحميد Diabetes Innocens.

ثانيا _ أيض البروتينات

الأحماض الأمينية هي النوائج النهائية لهضم البروتينات. ويمكن تصنيف الأحماض الأمينية إلى ثلالة أصناف رئيسية هي :

ما حماض المهنية مولدة للسكر Glycogenic : وهى التى تنتج حامض البيروثيك أو حامض الفوسفوجليسريك أو أحد المركبات الوسطية فى دورة كريس. ويمكن من جميع هذه المركبات تصنيع الجلوكوز. وتضم هذه المجموعة ١٤ حامضا أمينيا هم : الجليسين، والألانين، والقالين، والسيرين، والشريونين، والأسباراجين، وحامض الجلوتاميك، والجلوتامين، والأرجينين، واللهمتيدين، وحامض الأسبارتيك، والسيرين، والسيدين، والميتونين.

- احماض أمينية مولدة للكيتون Ketogenic : وهى التى لايمكن صنع الجلوكوز منها. إذ أن الناتج النهائي منها هو أستيل كو A أو أسيتو أستيل كو A . وكل من المركبين غير قابل للتحول إلى جلوكوز في الانسان. وتضم هذه الجموعة حامضين أمينيين النين فقط هما الليوسين واللايسين.

- أحماض أمينية مولدة للسكر والكيتون معا : وهى الأحماض التى من ذراتها ما يحول إلى أستيل كو A، بينما تتحول ذرات أخرى إلى أحد مركبات دورة كريس. وتضم هذه المجموعة أربعة أحماض، فى تركيب ثلاثة منها حلقة بنزين وهى التيروسين والتريتوفان والفنيل ألانين، أما الرابع فهو الأيزوليوسين.

مصير الأحماض الأمينية

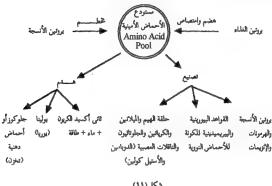
تشكل الأحماض الأمينية الحرة الناتجة عن هضم البروتينات مزيجاً يقع في السوائل الخلوية وخارجها، يمكن أن يوصف بمستودع الأحماض الأمينية .Amino Acid Pool . ومحتوى هذا المستودع في حالة تقلب وتبدل مستمرين. فنمنه تؤخذ الأحماض الأمينية لصنع البروتينات والمركبات الأخرى، وإليه تضاف الأحماض الأمينية الناتجة عن هضم البروتينات وامتصاصها. وبعد شخطم بروتينات الجسم رافدا هاما لهذا المستودع. إذ من المروف أن لبروتينات الجسم عمراً محدداً، فخلايا الدم الحمراء تعيش حوالي ١٢٠ يوما، تتحطم بمدها ويخرج محتواها من الهيموجلوبين. ويتفكك الجلوبين إلى مكوناته من الأحماض الأمينية التي تضاف إلى المستودع. وكذلك الحال بالنسبة للإنهمات والبروتينات الأخرى في الجسم التي تتراوح أعمارها من دقائق إلى سنوات.

ولايملك الجسم آلية خاصة لخزن الأحماض الأمينية الفائضة، كما هو الحال بالنسبة للكربوهيدرات أو الدهون. وليس الهدف من صنع البروتينات هو خزن الأحماض الأمينية الفائضة عن الحاجات الأساسية بل انها تصنع لتؤدى خزن الأحماض الأمينية الفائضة عن الحاجات الأساسية بل انها تصنع لتؤدى وظائفها الخاصة بها. فإذا نظرنا إلى كمية النيتروجين الواردة مع الغذاء اليومى والكمية المفرزة منه نجد أن الانسان السليم المكتمل النمو يكون في حالة انزان نيتروجين الفائض كما لايقل محتواه من النيتروجين. لكن هذا لايعنى أن الانسان الكامل النمو في غنى عن الأغلية المحتوية على النيتروجين (البروتينات). وتقدر كمية البروتينات اللازمة للمحافظة على الانزان النيتروجيني عند الانسان الكهل بحوالى ٢٠ جرام يومياً.

هذا ويتحدد مصير الأحماض الأمينية الحرة المكونة لمستودع الأحماض الأمينية بدخولها في أحد المسارين الأيضيين التاليين (شكل ١١) :

إ_ استخدام الأحماض الأمينية في تصنيع البروتينات والمركبات البيتروجينية غير البروتينية.

تعتبر الأحماض الأمينية الحرة هي المادة الأولية لصنع بروتينات الأنسجة والهرمونات والإنزيمات والمركبات النيتروجينية الأخرى ذات الوظائف الحيوية الهامة مثل القواعد البيورينية والبيريميدنية المكونتين للأحماض النووية، وحلقة الهيم والميلانين والكرباتين والجلوتاليون وبعض الناقلات العصبية كالدوبامين والأستيل كولين.



شكل (١١) مصير الأحماض الأمينية

اكسادة الأحماض الأمينية للحصول على الطاقة أو التحول إلى كربوهيادوات ودهون

إذا لم تستخدم الأحماض الأمينية لبناء البروتينات أو المركبات الحاوية على النتروجين فإنها تؤكسد للحمول على الطاقة أو تخول إلى جلوكوز أو أحماض

دهنية لتخزن. والخطوة الأولى فى الحالتين هى نزع مجموعة الأمين منها. ويم ذلك من خلال نوعين من التفاعلات هما نزع مجموعة الأمين أو نقلها .

أ_ نزع مجموعة الأمين التأكسدي Oxidative Deamination

غدت هذه العملية في الكبد. وفي تفاعلاتها يتم فصل مجموعة الأمن NEI2 من جزئ الحامض الأميني. وبذا يتحول إلى حامض كيتوني (عضوي)، وتتحرر مجموعة الأمين على شكل أمونيا. وقد يؤكسد الحامض الكيتوني بعد ذلك من خلال دورة كريس، أو قد يتحول إلى جلوكوز كجزء من عملية تعمنيع الجلوكوز من مصادر غير كروهيدراتية Gluconeogenesis أو إلى دهون في عملية تسمى تصنيع المدهون Lipogenesis. أما الأمونيا فنظرا لأنها مادة مامة فإنها تتحول إلى بولينا (يوريا) من خلال دورة اليوريا أو الأورنيشين، وتخرجها الكلى إلى خارج الجسم على هيئة بول. والصيفة العامة لكيفية نزع مجموعة الأمين من الحامض الأميني وتكوين حامض كيتوني (عضوى) وأمونيا هي:

$$COOH$$
 $COOH$ $COOH$

ويلاحظ أن هذا التفاعل عكوس. لذا يمكن استخدامه في الانجاه المماكس لمنت حدامض الجلوتاميك من الأمونيا وحامض ألفا كيتوجلوتاريك. ولاتملك الخلايا إزيمات مشابهة لإنزيم حامض الجلوتاميك ديهيدروجيتيز تخفر مثل هذا التفاعل لبقية الأحماض الأمينية. وهنا يأتي دور تفاعلات نقل مجموعة الأمين التي تمكن الخلية من أكسدة معظم الأحماض الأمينية الأخرى.

ب_ نقل مجموعة الأمين Transamination

في هذه التفاعلات يجرى تبادل مجموعتى الأمين والكيتون بين حامض أميني وآخر كيتوني. ويضرب المثال الآتي لعملية نقل مجموعة الأمين :

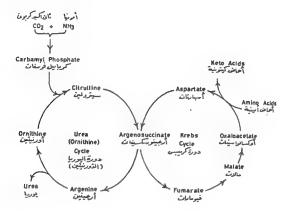
Giulamic Acid	/ Oxaloacetic ن الأوكسالوأسيتك		α-Ketoglutaric Acid حامض α – کیتوجلرتاریك	Asparatic Acid حامض الأساريك
COOH CH2 CH2 CHY CHY CHNH2 COOH	COOH	Transaminase Pyridoxal Phosphate	COOH CH ₂ CH ₂ + C=0 COOH	COOH CHNH ₂ CH ₂ COOH

هنا لاحظنا نقل مجموعة الأمين من حامض أمينى لتحل محل مجموعة الكيتون الموجودة في حامض كيتوني.

دررة البولينا (اليوريا) أو الأورنيثين Urea or Ornithine Cycle

نظرًا لأن الأمونيا الناتجة عن عملية نزع الأمين من الأحماض الأمينية هى من المركبات السامة للخلايا فلذلك تعمد خلايا الكيد إلى تخويلها إلى مركب غير سام هو البولينا، ينقله اللم إلى الكليتين. ويتم التخلص منه مع البول. ويجرى صنع البولينا خلال مجموعة من التفاعلات تعرف بدورة البولينا أو الأورنيثين، حيث أن خطواتها تبدأ باستهلاك الحامض الأميني أورنيثين وتنتهى بتكون الحامض نفسه. وللدخول في تفاعلات هذا المسار الدائرى يتم أولا اتخاد جزىء من الأمونيا مع ثاني أكسيد الكربون المتوفر في الأنسجة. وينتج مركب سيترولين. ويحدث هذان التفاعلان في الميترولين، ويحدث هذان التفاعلان في الميترولين، ويحدث هذان التفاعلان في الميترولين إلى السيتوبلازم. وهناك تنتقل إليه فتم في السيتوبلازم حيث ينتقل السيترولين مع الأسبارتات من خلال انتخاد السيترولين مع الأسبارتات وهو مجموعة أمين من الأسبارتات من خلال انتخاد السيترولين مع الأسبارتات وهو مجموعة أمين من الأسبارتات من خلال انتخاد السيترولين مع الأسبارتات وهو

الهيكل الكربوني من الأسبارتات، بينما تبقى مجموعة الأمين مرتبطة بهيكل الميترولين الذي يتحول إلى أرجينين سرعان ما ينشطر إلى بولينا وأورنيثين بينما يؤكسد الفيومارات في دورة كريس إلى الأكسالوأسيتات. والتفاعلات الأخيرة في دورة كريس وتفاعلات نقل مجموعة الأمين تجعل من الممكن إعادة شحول الفيومارات إلى أسبارتات. وهذا يجعل من الممكن لمجموعة الأمين من أي حامض أميني أن تنتهى بتكون البولينا. ويوضح شكل (١٢) تفاعلات دورة البولينا أودورة الأوزيشين.



شکل (۱۳) دورة البولينا (اليرويا) أو الأورنيين Urea or Omithine Cycle وإعادة تكون الأسبارتات من خلال دورة كريس وتفاعل نقل مجموعة الأمين

ثالثا : أيض الدهون

تختزن الدهون المعتمة في النسيج الدهني Adipose Tissue. وحين تحتاج خلايا الجسم الأخرى إلى شئ من الطاقة يقوم إنزيم خاص يفك الروابط الإسترية في جزيئات الدهون فتتحرر كمية من الأحماض الدهنية، ينقلها الدم إلى الخلايا المختلفة (خاصة خلايا الكبد) التي تقوم بأكسدتها للحصول على الطاقة. والنسيج الدهني ذو فعالية أيضية عالية، وتنتشر فيه الأوعية الدموية وتكون جزيئات الدهون فيه في حالة تقلب مستمر بين ارتفاع وانخفاض.

ويزداد الطلب على الدهون كمصدر للطاقة عندما يهبط تركيز الجلوكوز في الدم، وفي حالات التوتر والاجهاد أيضا. وفي أى من الحالتين يستقبل النسيج الدهني إشارات هرمونية تحت الخلايا على الإسراع في تميؤ الدهون، إلى أحماض دهنية وجليسرول ونقلها إلى الدم ثم ينقلها الدم إلى الخلايا المستهلكة. ولتفصيل هذه العملية يحدث الآمى :

عندما يبدأ معدل الجلوكوز في الدم في الهبوط، كما هو الحال عندما ينتهي عملية الهضم ويتوقف وصول الغذاء الممتص إلى الدم فإن البنكرياس يغير هرمون الجلوكاجون الذي يمر مع الدم إلى الكبد والنسيج الدهني. فيبدأ الكبد في نخويل الجليكوجين إلى جلوكوز، بينما يحلل النسيج الدهني جزءًا من دهونه. وفي حالات التوتر والاجهاد يفرز الايبنفرين والنورابينفرين من نهايات الأعصاب السمبتاوية ومن الغذتين الكظريتين فيمملان في النسيج الدهني والكبد ما يفعله هرمون الجلوكاجون. والآلية التي تممل بها هذه الهرمونات متشابهة. إذ يؤدي ارتباطها مع المستقبلات الخاصة بها على سطح المخلية إلى تنشيط إنزيم يدعي أدينيل سيكليز Adenyl Cyclase يممل على الخيل Adenyl Cyclase يونين عجموعة المفوسفات إلى متشيط إنزيم آخر يسمى بروتين كينيز Protein Kinase يحفر إضافة مجموعة المفوسفات إلى بعض البروتينات

ني الخلية، ومنها إنزيم الليبيز الذي يتحول عندئذ إلى شكل فعال، ويحفز إزيم الليبيز بعد هذا التنشيط تفاعل نميؤ الدهون الذي يفك الروابط الإسترية فيها. ويوصف إنزيم الليبيز هذا بالإنزيم الحساس للهرمونات Hormone Sensitive Lipase تمييزاً له عن إنزيم الليبيز الذي يفرزه البنكرياس إلى الأمعاء أثناء الهضم.

مهير الجليسرول

ينتقل الجليسرول الناتج عن تخلل الدهون في النسيج الدهني بواسطة الدم إلى خلايا الكبد حيث تضاف إليه مجموعة فوسفات على ذرة الكربون الثالثة (Phosphorylation) ، ثم يؤكسد النانج إلى ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات، كما في التفاعلات التالية:

$$CH_2OH_2$$
 OH CH_2 OH CH_2OH

| ATP ADP | NADH+H $^+$

HO - CH OPO_3^{2-} CH_2 OPO $_3^{2-}$ CH_2 OPO $_3^{2-}$ Oilydroxy Acetone Phosph

Glycerol Glycerol -3-Phosphate OPO_3^{2-} OPO_3^{2

وثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات هو أحد المركبات الوسطية في مسار تخلل الجلوكوز Glycolysis وكذلك في مسار تصنيع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogenesis . لذلك يمكن الاستفادة منه لتصنيع الجلوكوز أو حامض البيروڤيك، وذلك حسب حاجة الجسم.

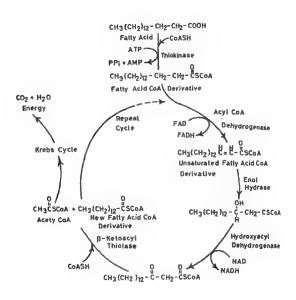
مصير الأحماض الدهنية

تتأكسد الأحماض الدهنية من خلال مسار أيضي يحدث في الميتوكوندريا

بسلسلة من التفاعلات التي تتطلب إنزيمات عديدة مكونة في النهاية أستيل كرم Acetyl CoA الذي إما يدخل في دورة كربيس ليتأكسد إلى ثاني أكسيد الكربون والماء معطياً كمية كبيرة من الطاقة أو يختزن كأجسام كيتونية Ketone Bodies.

وقد أقرت أكسدة الأحماض الدهنية من خلال نظرية أفترضها أولا العالم كنوب Knoop عام ١٩٠٤، وأسماها أكسدة بيتا Beta Oxidation. وقد اعتمدت نظرية كنوب على مبدأ أن الأحماض الدهنية تؤكسد عند ذرة الكربون رقم بيتا Beta-Carbon Atom ، مع الانشطار إلى مركبين كربونيين. وفي هذا ينشطر حامض الخليك من الحامض الدهني الطويل في كل مرحلة من مراحل التفاعل مما ينتج في النهاية حامضًا يتكون من ذرتي كربون. ثم أكدت هذه النظرية في الأعوام الأخيرة في شقها الأول الذي يتعلق بحدوث الأكسدة للأحماض الدهنية وموقعها. ولكن بدلاً من افتراض تكون حامض الخليك تتجزأ الأحماض الدهنية إلى جزيئات ذات ذرتي كربون هي أستيل Acetyl التي تتحد مع CoA لتكون أستيل كوAcetyl CoA . وتتم الأكسدة على ذرة الكربون الثالثة من الحامض الدهني (كربون بيتا) فتتحول مجموعة الميثلين CH2 إلى مجموعة كيتون ٥٠٥ ثم تنشطر الرابطة بين ذرتي الكربون الثانية والثالثة المؤكسدة فينتج أستيل كو A وحامض دهني أقصر من الحامض الأصلى بذرتي كربون. وتتكرر تفاعلات الأكسدة ثم الانشطار عددًا من المرات حتى يتحول الحامض الدهني كلياً إلى عدد من جزيئات أستيل كو A يساوى نصف عدد ذرات الكربون في الحامض الأصلي.

وتتضمن عملية أكسدة حامض دهنى طويل السلسلة إلى مركب كوA اقصاً ذرتى كربون وجزئ من أستيل كو A عدة تفاعلات مذكورة فى شكل (١٣٠). ويعمل التفاعل الأول على تنشيط جزئ الحامض الدهنى بتحويله إلى ركب كو A. ثم يأتى إنزيم ديهيدروجينيز Dehydrogenase فى وجود FAD



هکل (۱۳) اكسدة الأحماض الدهنية (أكسدة بنا β-Oxidation)

الذي يعمل ككوانزيم فيحول الحامض الدهني إلى غير مشبع. ثم يقوم إنزيم إينول هيدريز Enol Hydrase بعملية تميرًا. ثم تؤكسد مجموعة الهيدروكسيل التي على ذرة كربون بيتا بواسطة إنزيم ديهيدروجينيز في وجود NAD الذي يعمل ككوانزيم. والمركب الناتج ينشطر إلى جزيئين : جزئ حامض دهني ناقصا ذرتي كربون عن الحامض الأصلى وجزئ أستيل كو A. ثم يدخل الأستيل كو A دررة كريس ليتأكسد إلى ثاني أكسيد الكربون وماء وطاقة أو يختزن على هيئة أجسام كيتونية كما ذكر من قبل. أما الحامض الدهني الجديد فإنه يعيد نفس دورة أكسدة بيتا لكي يفقد في النهاية جزئ أستيل كو A ثم تتكرر الدورة وتتكرر حتى يتأكسد الحامض الدهني تماماً. فحامض البليتك Palmitic Acid مثلاً يحتاج إلى V دورات من أكسدة بيتا ليكون A مول من أستيل كو A. وخلال ذلك يتكون V مول من FADH و V مول من المحالف الخدرون Transport Chain

7 FADH — 14 ATP

7 NADH — 21 ATP

35 ATP

- 1 ATP Used in first reaction

34 ATP

الأجسام الكيتونية Ketone Bodies

يطلق هذا الإسم على ثلاثة مركبات هى الأسيتون والأسيتو أسيتات وبيتا هيدروكسى بيوتيرات. وتصنع هذه المركبات فى ميتوكوندريا خلايا الكبد بعملية تسمى تكوين الكيتونات Ketogenesis ، وذلك ابتداءً من أستيل كو A الذي ينتج عن الأكسدة غير الكاملة للأحماض الدهنية وبعض الأحماض الأمينية. وتلخص التفاعلات التالية كيفية صنع الأجسام الكيتونية من أستيل كو A :

هذا ويمكن أن تؤكسد الأجسام الكيتونية من خلال دورة كريس إلى ثاني أكسيد كربون وماء مع انطلاق الطاقة. أما في المريض فإن الأجسام الكيتونية تخرج مع البول.

ويزداد معدل تكون هذه المركبات في حالتي الصيام الطويل ومرض السكر. والسبب في ذلك يعود إلى أن الأكسدة الكاملة لأستيل كو A خلال دورة كريس تتطلب وجود الأكسالو أسيتات الذي يتكثف مع أستيل كو A لكى يبدأ أول تفاعلات الدورة. ففي فترة الصيام الطويل يتجه الكبد إلى تخريل الأكسالوأسيتات إلى جلوكوز لإرساله إلى الأنسجة التي تعتمد عليه في غذائها. لذلك لاتكتمل أكسدة الأحماض الدهنية في الكبد لعدم إمكانية الاستمرار في تفاعلات دورة كريس، مما يجعل أستيل كو A يتراكم في ميتوكوندريا الخلايا الكبدية، ثم يوجه نحو تكوين الأجسام الكيتونية. ويصاحب علم المناية بعلاج مرض السكر نقص في تركيز الأكسالوأسيتات، مما يرفع معدل انتاج بعلاج مرض السكر نقص في تركيز الأكسالوأسيتات، مما يرفع معدل انتاج الأنسجة التي تعيد تخويل النين منها فقط، الأسيتوأسيتات وبيتا هيدروكسي يوتيرات، إلى أستيل كو A. وفي خلايا المضلات والكليتين يؤكسد أستيل كو A للحصول على الطاقة. ومع أن المغ في الأحوال العادية لايستخدم هذه

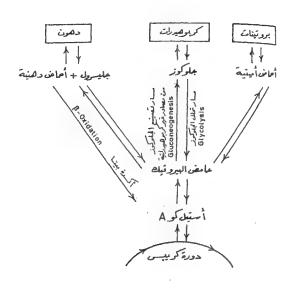
المركبات كمصدر للطاقة، إلا أنه، وبعد أيام من الصيام المستمر، يمكنه ذلل. وفي هذا فائدة كبيرة. إذ أن الجلوكوز، مصدر الطاقة الوحيد للمعنغ في الظروف المادية، يشح بعد نفاد مخزونه الذى لايكفى سوى يوم أو بعض يوم. وهكذا فإن انجاه المخ إلى استخدام الأجسام الكيتونية كمصدر آخر للطاقة يخفف كثيرًا من العلب على الجلوكوز الذى لايمكن أن يصنع إلا من الجليمسوول في الدهون أو من بعض الأحماض الأمينية.

وتؤدى زيادة تركيز الأجسام الكيتونية فى الدم إلى مايعرف بالحامضية الكيتونية Ketoacidosis. فهذه المركبات الحامضية تؤدى إلى زيادة حموضة الدم (انخفاض قيمة ph.) . كما أن التخلص منها فى البول مع الصوديوم يؤدى إلى حدوث الجفاف. وكثيراً ما يتفاقم هذا الوضع فى حالات مرض السكر غير المنضبط، ليؤدى بالمريض إلى فقد الوعى.

طاحرنة الأيض Metabolic Mill

لاتقتصر دورة كريس على حرق الجلوكوز إلى ثاني أكسيد الكربون وماء وخزن ما يتحرر من طاقة في جزيئات أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP، وإنما تتعدى ذلك إلى كونها وسيلة لاستغلال الطاقة الكامنة في الأحماض الأمينية والأحماض الدهنية. كما أنها وسيلة لصنع البروتين والدهون من الكربوهيدوات أو لصنع الكربوهيدرات من البروتين والدهون (شكل ١٤٤).

وتهدئ دورة كريس أيضا الوسيلة الضرورية لتصنيع المواد البروتينية والدهنية من المواد الأولية التى تتوفر بالخلية. فمثلا يمكن صنع مواد بروتينية من الأحماض العضوية المشتركة في دورة كريس وذلك بانخادها مع الأمونيا لتكوين أحماض أمينية ومن ثم مواد بروتينية (أنظر تفاعلات نزع مجموعة الأمين التأكسدى Oxidative Deamination). ومثلاً المواد الكربوهيدراتية الزائدة عن الحاجة تتحول إلى دهون بتحولها أولا إلى أستيل كو م ثم إلى



شكل (11) طاحبونة الأيسض

أحماض دهنية تتحد مع الجليسرول. كما أن السكسينيل كو A (المركب الوسطى في دورة كريس) يعد المادة الأولية لصنع جزئ الهيم الداخل في تكوين الهيموجلوبين. ومن حامض الأكسالوأسينك يمنع الجلوكروز (انظر تفاعلات تصنيع الجلوكروز من مصادر غير كربوهيدراتية شكل ١٠).

هذا ويمكن تلخيص العلاقة بين نواتج أيض المواد الغذائية المختلفة في الشكل (١٥).

أهميةالكيد

ترجع أهمية الكبد إلى وظائفه العديدة التي يقوم بها. وتتلخص فيمايلي :

١ الكبد مركز أيض الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، إذ أنه :

- _ يخزن الزائد من الجلوك وزعلى صورة جليكوجين ثم يحوله إلى جلوكوز حين الحاجة.
- ـ يحول السكاكر الأحادية غير الجلوكوز كالفركتوز والجلاكتوز إلى جلوكوز.
- ـ ينزع الأمونيا من الأحماض الأمينية الزائدة ليحولها إلى أحماض عضوية تؤكسد من خلال دورة كريبس أو تتحول إى جلوكوز كجزء من عملية تصنيع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية أو تتحول إلى دهون ثم إلى جليكوجين يختزنه. أما الأمونيا فتتحول إلى بولينا (يوريا) تنتقل إلى الكليتين ومنها إلى خارج الجسم.
- يقوم بدور هام في عمليات بناء البروتينات الهامة مثل الفيبرينوجين
 والبروثرومبين والهيبارين والألييومين.
- فيه تتأكسد الأحماض الدهنية وتتفسفر. ومن الأحماض الدهنية ومن البروتينات تصنع الأجسام الكيتونية.
- يفرز الصفراء التي تختزن في الحوصلة الصفراوية وتساعد على هضم الدهونوامتصاصها.

_ فيه يصنع الكوليستيرول.

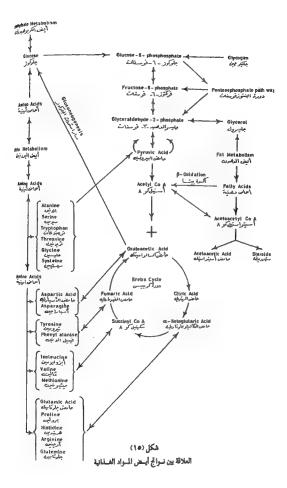
٢- يغتزن الحديد الناتج عن عملية هدم خلايا الدم الحمراء المستهلكة، وذلك على هيئة مادة تسمى فيريتين Ferritin.

إيصنع ويختزن بعض الفيتامينات مثل ثيتامين A. ويختزن بعض أنواع ثيتامين B.

٤. يقوم بإزالة سمية بعض المواد السامة وتخويلها إلى مواد غير سامة، تغرز إما مع الصغراء كالزئبق أو فى البول كالإندوكسيل وحامض الهيبيوريك والفيتول أو فى اللعاب كالثيوسيانات، وأوضح الأمثلة فى ذلك مادة الإندول Indole السامة التى تتكون فى الأمعاء الغليظة نتيجة لعفن البروتينات. فيعمل الكبد على يخويلها إلى مادة غير سامة يتم التخلص منها عن طريق البول. أما حامض الهيبيوريك وهو حامض عديم الضرو فيكونه الكبد للتخلص من حامض البنزويك السام، وذلك عن طريق ارتباطه بالجليسين Glycine . وأما الثيوسيانات وهى مادة نر سامة فيكونها الكبد بأكسدة السيانيد السام للتخلص منه.

ه يقرم بادخار السموم وتخزينها ثم التخلص منها بمقادير جزئية ليست لها أضرار.

وللكبد وظائف أخرى أهمها أنه يمتبر أحد الأعضاء المولدة للدم أثناء المرحلة البنينية. أما بعد الولادة فيصبح له دور غير مباشر عن طريق ادخار وخزن العامل المضاد لفقر الدم الخبيث وهو فيتامين B₁₂ والحديد والتحاس والموتاسوم والكوبلت.



النصل السابع : دوران الدمر

الفصل السسابع

دوران السدمر

الجهاز الدورى هو الجهاز الذى يتكفل بدوران الدم فى الجسم. كما أنه هو المسؤول عن نقل الأكسجين والغذاء ونوانج الاخراج بين أجزاء الجسم الهتلفة. وهو يتألف من ثلاثة عناصر رئيسية هى الدم والقلب والأوعية الدموية.

السدم

الدم Blood عبارة عن نسيج يتكون من مجموعة متنوعة من الخلايا التي تسبح في مائل لزج هو البلازما. وتقدر كمية الدم في جسم الانسان بممدل ٧٠ مل/كجم أو ٨٨ من وزن الجسم تقريبا، أى في الانسان البالغ الطبيعي يتراوح حجم الدم من ٥ر٤ إلى ٥ لتر.

وظائف الدم

الوظيفة الأساسية للدم هي المساعدة في الحفاظ على الحالة الفيزيائية والكيميائية للمحيط الداخلي للخلايا ثابتة. ويسمى هذا بالاستقرار الذاتي . Homeostasis . ولكي يتم هذا الأمر فإن على الدم أن يدور طوال فترة الحياة. وعند مرور الدم في كل من الرئتين الأمعاء وبعض الأنسجة الأخرى يقوم بعدد من الأدوار الحيوية الهامة التي تكفل ضمان الاستقرار الذاتي للجسم، وهي :

- ١- نقل الأكسجين من الرئتين إلى الأنسجة ثم نقل ثاني أكسيد الكربون من
 الأنسجة إلى الدخلايا ومنها إلى خارج الجسم.
- ٢- نقل العناصر الغذائية كالجلوكوز والأحماض الأمينية والدهون والفيتامينات
 والمعادن من الأمعاء إلى مختلف أنسجة الجسم.
- ٣- التخلص من الفضلات الأيضية، خاصة البولينا (اليوريا) وحامض البوليك
 (حامض اليوريك) إلى خارج الجسم عن طريق أعضاء الاخواج خاصة الكليتين.
 - ٤_ المحافظة على توازن حرارة الجسم، وذلك من خلال آليتين هما :
- _ آلية فسيولوجية : يقوم اللم ينقل المعلومات عن درجة حرارة الجسم إلى منطقة تخت السرير البصرى في المخ، فتمحل هذه المنطقة على حفظ حرارة الجسم عند مستوى طبيعى. ففي حالة البرد تضيق الشرينات الدموية فيقل فقدان حرارة الجسم للخارج، بينما في الحر يساعد اللم على فقدان حرارة الجسم للخارج يتوسيع الأوعية الدموية.
- آلية فيزيائية : الحرارة النوعية للدم عالية. وهو يقوم بخزن كمية من الحرارة يبدأ بإطلاقها في حالات البرد الشديد. وهو أيضا يتصف بقدرته المالية على التوصيل High Conductivity ، فينقل الحرارة بسرعة من الأنسجة العميقة إلى سطح الجسم، مما يقى تلك الأنسجة العميقة من التلف بفعل شدة الحرارة . كما أنه أيضاً يتصف بارتفاع حرارته الكامنة للتبخير High Latent Heat of Evaporation ، إذ يحتاج إلى كمية كبيرة من الحرارة لكى يتبخر. وبما أن ماء الجسم يتبخر باستمرار في الرئتين والجلد أثناء اشتداد الحرارة فإن ذلك يؤدى إلى فقدان كمية كبيرة من حرارة الجسم فتنخفض حرارته ويرد.
 - تتظيم الأيض من خلال نقلة للهرمونات والإنزيمات والڤيتامينات.

- ٦_ الدفاع عن الجسم، وذلك بواسطة آليتين هما :
- _ تكوين الأجسام المضادة Antibodies ومضادات السموم Antitoxins التى تقوم بحماية الجسم ضد الجراثيم والسموم.
- _ البلممة Phagocytosis التي من خلالها تقوم الخلايا البيضاء بابتلاع الجرائيم.
- ٧- رقابة الجسم من النزف، وذلك بعملية التخثر. وبذا تتم المحافظة على كمية الدم الطبيعية في الجسم.
- الحفاظ على توازن الماء، إذ يقوم الدم بنقل السائل الفائض من الأنسجة
 إلى الكليتين والغدد العرقية لطرده خارج الجسم. ممايؤدى إلى توازن الماء
 داخل الجسم.
- ٩- تنظيم افراز الهرمونات. فعندما يرتفع معدل الهرمون في الدم عن المعدل الطبيعي يقل افرازه. وعندما يقل معدله يزيد افرازه. وتدعى هذه العملية التغذية المكسية Feed-Back.

مكونات الدم

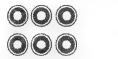
يتكون الدم من مكونات خلوية وأخسرى لا خلوية. وتسألف المكونات الخلوية من خلايا الدم الحصراء وخلايا الدم البيضاء بهينما تتألف المكونات اللاخلوية من مادة سائلة هي البلازما وجسيمات صغيرة يطلق عليها المغيمات الدموية.

أولا : المكونات الحلوية

ا ـ خلايا النم الحمراء Red Blood Cells or Erythrocytes

خلايا الدم الحمراء في الفقاريات عدا الثدييات بيضاوية الشكل محدبة

السطحين ومختوى على أدوية. لكنها في الثديبات مستديرة الشكل مقعرة السطحين وبدون أتوية، ماعدا في الجمال فهي محدية السطحين (شكل ١٦). وهي أيضا بدون جهاز جولجي أو ميتوكوندريا أو شبكة اندوبلازمية أو أجسام مركزية. وبسبب فقدان خلية الدم الحمراء للنواة فهي لاتتكاثر. وهي تتكون أثناء المرحلة الجنينية في الطحال والكبد والعقد اللمفية. وبعد الولادة تتكون في نخاع العظام بالجمجمة والعمود الفقرى والأطراف والقص والضلوع.





خلايا الدم الحمراء في الفقاريات عدا التدبيات

خلايا الدم الحمراء في الثديبات عدا الجمال

شكل (۱۹) خلايا الدم الحمراء

وتتركب خلية الدم الحمراء أساساً من صبغ الهيموجلوبين الذي هو عبارة عن بروتين يتألف من أربع سلاسل من عديد الببتيد ترتبط بكل منها ذرة حديد. وتبلغ نسبة الهيموجلوبين عند الرجل مابين ١٠٠/ مل من الدم. ويشميز من الدم وعند المرأة مابين ١٠٥/ جرام/ ١٠٠ مل من الدم. ويشميز الهيموجلوبين بأن له القدرة على الارتباط بالأكسجين في الرئتين، لكن يتخلى عنه في خلاياً الأنسجة حيث بختاجه الخلايا أكثر.

وإذا وضعت خلايا الدم الحمراء (قطرة من الدم) في محلول ملحي مخفف أى متحاول الإسمورية ٢٠,٩ Isosmotic أى متساوى الأسمورية ٢٠,٩ Isosmotic أن متماول الأسمورية الخلول الكوريد الصوديوم) يبقى حجم خلايا الدم الحمراء ثابتًا. وإذا قل تركيز الحلول عن ذلك، أى صار منخفض الأسمورية كالإيادات المديوم) يزيد ماء المحلول ويدخل هذا الماء إلى خلايا الدم الحمراء فتكبر أحجامها

,تصبح أشكالها كروية. وإذا وضعت خلايا الدم الحمراء في محلول يقل تركيزه ع. ذلك (مثلا ٤ر٠٪ كلوريد الصوديوم) أو حتى في ماء مقطر فإن الماء بدخل إلى الخلية أكثر وأكثر. ونظراً لأن جدران خلايا الدم الحمراء ليست منة جداً فإن الماء الداخل بزيادة يؤدي إلى حدوث ضغط هيدروستاليكي يشد جدراتها وتتحلل وينطلق جميع الهيموجلوبين الذي بها عند تركيز ٠٠٣٢ ٪. وكلما قل تركيز المحلول تدريجياً تتحلل خلايا الدم الحمراء أكثر فأكثر. أما إذا وضعت خلايا الدم الحمراء في محلول ملحي يزيد تركيزه عن ٩,٠ ٪ أي يقل ماؤه أي يصبح عالى الأسموزية Hyperosmotic فإن ضغطه الأسموزي يزيد وبخرج الماء من خلايا الدم الحمراء فتصغر أحجامها وتنكمش. وتسمى هذه الحالة بالتسنن Crenation . أما خلايا الدم الحمراء التي توضع في محلول من اليوريا أو كلوريد الأمونيوم ذي ضغط أسموزي أعلى من ذلك الذي لمحلول كلوريد الصوديوم ٩,٠ ٪ فإنها لاتترض لعملية التسنن (الانكماش) بل تتحلل. إذ أن هذه المواد لاتذيب أغشية الخلايا. ويستنتج من ذلك أن أغشية الخلايا نفاذة لجزيئات هذه المواد. ويتبع الماء هذه الجزيئات إلى داخل الخلايا فتزداد أحجامها. وتسلك هذه المواد سلوك الماء المقطر. أما مواد كالإيثر والكلوروفورم فإنها تذيب جدر الخلايا الحمراء التي مختوى على مواد دهنية تذوب بمذيبات الدهون. لذلك فإنها بجملها تتحلل. ولأملاح الصفراء ومادة السابونين وسموم الأفاعي والعنكبوت وبعض البكتريا وطفيل الملاريا نفس التأثير التحللي، مما يحلل معظم الهيموجلوبين المتحرر من خلايا الدم الحمراء إلى بيليروبين يطرد من قبل الكبد أو الكلي. ومما سبق يتضح أنه عند إضافة حجم من الدم بعد النزيف يجب استخدام محلول متماوى الأسموزية Isosmotic مع الدم.

وتتصف خلايا الدم الحمراء بالمرونة، لذا يسهل ضغطها مما يساعد على مرورها في الثميرات الدموية التي يكون قطر أي منها أقل من قطر خلية الدم الحمراء، ولو أن ذلك يسبب تمزقها. ولذا تتحطم خلايا الدم الحمراء بنسبة

النفقة ويحدث ذلك في خلايا كويفر في الكبد. لكن عدمًا كبر يموت في النفقة ويحدث ذلك في خلايا كويفر في الكبد. لكن عدمًا كبر يموت في الطحال، لذا يسمى الطحال مقبرة خلايا الدم الحمراء. ولهذا لابد أن تتكون بنفس المعدل في تخاع المظام المسطح كالفقرات والقص والضلوع لتعويض نقدها المستمر. إذ أنها لا تعيش سوى ١٢٠ يومًا. ويعتبر فيتامين B_{12} وحامض الفولك والكوبلت عناصر ضرورية لتكوين خلايا اللم الحمراء من نخاع المظام. المولك والكوبلت عناصر ضرورية لتكوين خلايا اللم الحمراء من نخاع المظام المحمراء أو نقص في بناء الهيموجلوبين تتيجة لنقص عنصر الحديد بينما يستم التاج خلايا اللم الحمراء. وعليه تصبح كمية الهيموجلوبين التي تحتويها خلايا اللم الحمراء. وعليه تصبح كمية الهيموجلوبين التي تحتويها خلايا اللم ينبغي، ويؤدى هذا إلى ما يمرف بفقر اللم. لهذا لابد من تناول مواد غذائية تحتوى علي عنصر الحديد لمالجة هذه العائد. والإناث أكثر عرضة لنقص الحديد وبالتالي لفقر الدم، وذلك بسبب فقد كمية كبيرة منه أثناء عملية الحيض أو الوحل والولادة.

وعلى الرغم من فقدان النواة فإن خلية الدم الحمراء ليست خاملة أيضيا، فهي ذات أيض فعال لتحلل الجليكوجين. وعلى الرغم أيضا من فقدان الميتوكوندريا في خلايا الدم الحمراء وبالتالى إنعدام الفسفرة التأكسدية Oxidative Phosphorylation إلا أنها تحتوى على ممدلات عالية من أدينوسين ثلاثي القوسفات ATP. وبصورة خاصة فإن الناتج الأكبر هو حامض ٢ و٣ ثنائي فوسفوجليسريك Diphosphoglyceric Acid رعادي يوجد بكميات ضئيلة في معظم الأنسجة إلا خلايا الدم الحمراء حيث يعمل فيها على تسهيل انجذاب الأكسجين للهيموجلوبين.

ويتوقف عدد خلايا الدم الحمراء على عدة عوامل منها العمر والجنس والحالة الصحية والغذائية ولمكان الذي يعيش فيه الكائن الحي بالنسبة لارتفاعه أو إنخفاضه عن سطح البحر، وفي المتوسط يبلغ عدد خلايا الدم الحمراء حوالى هره مليون خلية / مل من الدم في الرجل. أما في المرأة فيقل العدد إلى حوالى هراء مليون خلية / مل من الدم. ويزداد هذا العدد عند الإقامة في المرفعات لمدة طويلة لكى تعمل خلايا الدم الحمراء الزائدة على تمويض النقص الحاصل في الأكبين فمن العوامل التي ترتبط يصنع خلايا الدم الحمراء Serythropoiesis المنفط الجزيئي للأكسجين وهو يبلغ في الرئتين والدم الشرائي عند سطح البحر حوالي ١٩٠٠ م زئيق. وفي المرتفعا الي فيممل نقص الضغط على تنبيه نخاع العظام لكى يصنع مزيداً من خلايا الدم الحمراء. ويملغ عدد خلايا الدم الحمراء لدى سكان المرتفعات حوالى ٧ مارن خياة / مل من الدم.

ولخلايا الدم الحمراء دورة تستغرق نحو ٧٠ ا يوما فقط، لمدم احتوائها على النواة، وبمدها تشيخ هذه الخلايا وتتهدم. عندئذ تلتهمها خلايا معينة في الجهاز الشبكى البطاني المبطن للقنوات الوعائية واللمفية يطلق عليها الخلايا المهمة Phagocytic Cells. وهذه الخلايا متمركزة في الكبد ونخاع العظام والطحال. وعندما تلتهم هذه الخلايا خلايا الدم الحمراء ينطلق من الأخيرة الهيموجلوبين الذي يتحلل إلى جزءين هيم وجلوبين، ومن الهيم يتحرر الحديد أما باقي جزئ الهيم فيتحول إلى مركبي البيليروبين والبيليروبين تلايا دم حمراء جديدة. لكن إذا زادت كمية الحديد المتحررة مضافا ليها كمية الحديد الموجودة في الغذاء عن الحد المطلوب فإنه يخزن بعمرة رئيسية في الكبد وبصورة أقل في نخاع العظام والطحال، وذلك على شكل ممقد من الروتين والحديد.

وظائف خلايا اللم الحمراء

تقوم خلايا الدم الحمراء بنقل الأكسجين من الرئتين إلى خلايا الجسم، ونقل ثاني أكسيد الكربون من خلايا الجسم إلى الرئتين. وفي ذلك تخافظ على تركيز أيون الهيدروجين (PH). وتتكفل خلايا الدم الحمراء بهله الوظائف من خلال تكوين مركبات غير ثابتة بين الهيموجلوبين والغازات بالهيموجلوبين على الفنعظ الجزيئي لهذا الغاز في الوسط المحيط بالدم. وعله بالهيموجلوبين على الفنعظ الجزيئي لهذا الغاز في الوسط المحيط بالدم. وعله ثاني أكسيد الكربون منخفضا ثاني أكسيد الكربون منخفضا ثاني أكسيد الكربون منخفضا ثاني أكسيد الكربون منخفضا طيح يكون الضغط الجزيئي للأكسجين عالياً ولثاني أكسيد الكربون منخفضا الجزيئي للأكسجين عالياً ولثاني أكسيد الكربون منخفضا الجزيئي لأنكسجين منخفضا جداً. ويجدر الإشارة بأن نقل المجزيئي للأكسجين منخفضاً جداً. ويجدر الإشارة بأن نقل الفازات التنقسية لايتوقف على الصبح التنفسي (الهيموجلوبين) فحسب بل ان

والهيموجلوبين هو من المركبات التى تستطيع الارتباط بسهولة مع عدد من المواد الكيميائية بالإضافة إلى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون، مثل أول أكسيد الكربون، NO. فتتكون مركبات ثنائية. وفي حالة التسمم بغاز أول أكسيد الكربون فإن جزءًا من الهيموجلوبين يتحل إلى كربوكسى هيموجلوبين وCarboxyhemoglobin (Hb-CO). وهذا المركب ضار ولاوجود له عادة في الحالة الطبيعية عند الكائن الدى. بل يوجد في م الانسان المدخن أو المعرض لأبخرة آلات الاحتراق الداخلى. ومن الملاحل أن انجذاب الهيموجلوبين لأول أكسيد الكربون CO يبلغ مرات الملاحل أو المعرض لأبكرة الكات الكربون CO يبلغ مرات الملاحل المراحد الكربون CO يبلغ مرات

أكثر بما للأكسجين. أما عند اتحاد الهيموجلوبين بالأكسجين فيتكون أكسى هيموجلوبين Oxyhemoglobin (Hb-O2) . ويتم الانتحاد بتكوين رابطة إضافية مع الحديد دون تغيير التكافؤ. والأكسى هيموجلوبين من المركبات غير الثابتة، _ إذ يتفكك بسهولة إلى أكسجين وهيموجلوبين عند انخفاض الضغط الجزئي للأكسجين. أما كربوكسي هيموجلوبين فهو أكثر ثباتا من الأكسى هيموجلوبين، فلا يتفكك بسهولة إلى هيموجلوبين وأول أكسيد الكربون. ونتيجة لذلك يطرد أول أكسيد الكربون الأكسجين من الأكسى هيموجلوبين ويحتل مكانه. مما يؤدي إلى اضطرابات في الوظيفة التنفسية وعدم إمكان وصول الأكسجين إلى الدم ليجرى نقله إلى الأعضاء. وهذا هو مبب التأثير السمى المميت لأول أكسيد الكربون. وعندما يكون الحديد في جزء من الهيموجلوبين في حالة ثلاثية، أي حديديك (Fe+++) فإن هذا الجزء من الهيموجلوبين يتغير إلى ميتهيموجلوبين Methemoglobin . وهنا لايستطيع الأكسجين الاتخاد مع هذا المتهيموجلوبين. وينتج هذا الميتهيموجلوبين من استعمال أدوية عديدة وأيضاً من استنشاق أحد أكاسيد النيتروجين أو أبخرة النيتروبنزين أو بعض الأكاسيد الأخرى. ووجود الميتهيموجلوبين هو عرض من أعراض التسمم بأحد الم كيات المذكورة.

أ_نقل الأكسجين

ينتقل الأكسجين في الدم في صورتين :

مذاليافي البلازما

تنتقل كمية ضئيلة جدًا من الأكسجين عن طريق ذوبانه في البلازما، وذلك نظرًا لأن لكل غاز معامل ذوبان خاص في كل سائل. وقد وجد أن حجم الأكسجين الذي يمكن أن ينتقل ذائبا في البلازما عند تشبع ١٠٠ مل من الدم بالهواء لايتعدى ٥٠٥ مل من الأكسجين.

حتحلكم الهيموجلوين

ينتقل الأكسجين أساساً في الدم متحداً اتخاداً كيميائياً مع الهيموجلوبين، وبالذات مع الحديد مكوناً أكسى هيموجلوبين Oxyhemoglobin. وهو انخاد ضعيف جداً وعكوس حيث يتفكك المركب النائج عن الاتخاد يسهولة بالغة معطياً الأكسجين إلى الأنسجة. لذا تعرف عملية الانتخاد هذه بالأكسجة Oxygenation وليست أكسدة Oxidation. ويمكن تمثيل عملية اتخاد الأكسجين مع الهيموجلوبين بالمعادلة الآلية:

Hb 4 + 4O₂

Hemoglobin Oxygen Oxyhemoglobin

اكتي ميرطرين أكسجن ميرطرين المحرود

وعند مستوى الأنسجة يتحلل الأكسجين من الأكسى هيموجلوبين لميذهب إلى خلايا الجسم. وواضح من المعادلة أن كل جزئ من الهيموجلوبين يتحد مع ٤ جزيئات من الأكسجين، وذلك نظراً لأن جزئ الهيموجلوبين يحتوى على أربع ذرات حديد. وكل ذرة حديد تتحد مع جزئ أكسجين. ومعرفة الوزن الجزيمي للهيموجلوبين (١٩٠٠) بمكننا من المعادلة حساب حجم الأكسجين الذي يتحد مع جرام واحد من الهيموجلوبين. فنجد أنه يساوى ١٠٤ مل ٣ وتعرف كمية الأكسجين التي يحملها الدم عندما يكون الهيموجلوبين متبعاً بالأكسجين بالسعة الأكسجين للدم المما من الدم.

وثمة عوامل تؤثر على مقدرة الهيموجلوبين على الانخاد بالأكسجين. وهي تتمثل في الآني :

- ضغط الأكسجين

تزيد كمية الأكسجين التي تتحد بالهيموجلوبين كلما زاد ضغط

الأكسجين. ففى رئتى الانسان يتعرض الدم لأكسجين ضغطه حوالى ١٠٠ ملم زئبق. وعلى هذا يتحد أكبر قدر ممكن من الأكسبجين مع الهيموجلوبين. أما عندما يمر الدم فى الشعيرات الدموية بين الأنسجة حيث يكون ضغط الأكسجين منخفضا (٥-٣ ملم زئبق) فلا يستطيع الهيموجلوبين أن يحتفظ بالأكسجين المتحد معه تحت هذا الضغط المتخفض. وبذا يتحلل الأكسجين وبطلق إلى الأنسجة.

_درجة تركيز أيون الهيدروجين في اللم (pH)

كلما زادت حموضة الدم نتيجة لوجود ثاني أكسيد الكربون أو أية أحماض أخرى نقصت قدرة الهيموجلوبين على الاتحاد بالأكسجين.

_معدل الأملاح بالنم

تؤثر الأملاح المختلفة على قدرة الهيمموجلوبين على الاتحاد مع الأكسجين. وعليه فقد وجد أن درجة تشبع الهيموجلوبين بالأكسجين تكون أعلى في وجود كلوريد البوتاسيوم منه في وجود كلوريد العموديوم.

_تغير درجة الحرارة

يقلل ارتضاع درجة الحرارة من قدرة الهيموجلوبين على الانحاد بالأكسجين. لكن هذا العامل ذا تأثير فقط في الحيوانات متغيرة الحرارة. وليس له أهمية في الحيوانات ثابتة الحرارة.

ب_ نقل ثاني أكسيد الكربون

ينتقل ثاني أكسيد الكربون في الدم في ثلاث صور :

-ذائبافي البلازما

ويحدث ذلك بنسبة بسيطة لاتتعدى ٥ ٪ من الحجم الكلى للغاز حيث

يذوب الغاز في الماء مكونًا حامض الكربونيك. وسرعان ما يتأين هذا الحامض في البلازما إلى أيونات البيكربونات السالبة وأيونات الهيدروجين الموجبة:

$$\text{CO}_2$$
 + H_2O H_2CO_3 + H^+ Carbon Dioxide Water Carbonic Acid Bicarbonate Hydrogen ميدروجين يكربونات حامض الكربونيك ماه ثاني أكسيد الكربود

متحقامع الهيموجلويين

ينتقل حوالى 2.0% من حجم ثانى أكسيد الكربون عن طريق الاتحاد مع الهيموجلوبين. لكن طريقة اتخاده تختلف عن طريقة اتخاد الأكسجين مع الهيموجلوبين حيث يتحد غاز ثانى أكسيد الكربون مع مجموعات الأمن الموجودة في الجزء البروتيني للهيموجلوبين مكونًا ما يعرف باسم كاربامينو هيموجلوبين عكنك عندما يصل الدم إلى الخارج. الرئين، معطيًا ثانى أكسيد الكربون الذي يخرج مع هواء الزفير إلى الخارج.

. على هيئة يكربونات غير عضوية

ينتقل ٥٠ ٪ من الحجم الكلى لغاز ثانى أكسيد الكربون بهذه الطريقة. وهنا يدخل ثانى أكسيد الكربون إلى خلايا الدم الحمراء فيتحد بسرعة مع الماء مكوناً حامض الكربونيك في وجود إنزيم كربونيك أنهسيدويز Anhydrase المتوافر في خلايا الدم الحمراء بكثرة ثم سرعان ما يتأين هلا الحامض المتكون داخل خلايا الدم الحمراء إلى أيونات البيكربونات السالبة وأيونات الهيدروجين الموجبة:

$$\mathrm{CO}_2$$
 + $\mathrm{H}_2\mathrm{O}$ $=$ $\mathrm{H}_2\mathrm{CO}_3$ $=$ HCO_3^- + H^+ $\mathrm{Carbon Dioxide}$ Water Carbonic Acid Bicarbonate Hydrogen ميذورد مين يركرونات حاصل الكريزيك ماء للتي أكبيد لكريزات حاصل الكريزيك

لم تتحد أيونات الهيدووجين الموجبة مع الهيموجلوبين محولة إياه إلى هموجلوبين محولة إياه إلى هموجلوبين مختزل (Reduced Hemoglobin (HHb). وعندما يزداد تركيز أيونات البيكربونات بداخل الخلايا الحمراء فإنها تنتشر إلى البلازما. وتتيجة لهذا الانتشار يختل التوازن الأيونى داخل وخارج الخلايا الحمراء، مما يؤدى إلى دخول أيونات سالبة معادلة للأيونات التى خرجت من الخلايا الحمراء. هذه الأيونات هي أيونات الكلوريد (CI) السالبة. ويعرف هذا بامهم الانحراف الكلوريدي Chloride Shift. وفي البلازما تتحد أيونات الصوديوم أو البوتاسيوم المرجبة مكونة بيكربونات الصوديوم أو البوتاسيوم. وعند وصول المدم المحمل بالبيكربونسات إلى السرئتين حيث يقسل فيهما تركيز ناني أكسيد الكربون تنفكك الأملاح المحتوى عليها. ولما كان انهلاق فاني أكسيد الكربون من البيكربونات يستلزم وجود إنزيم الكربونيك انهيدريز الذي يتوافر بكثرة في خلايا الدم الحمراء فإن البيكربونات تدخل إلى خلايا الدم الحمراء. وهناك تتحلل بفعل الإنزيم إلى ثاني أكسيد الكربون من الخلايا الحمراء إلى البلازما. ومنها إلى المويسلات الهوائية ثم إلى الخارج.

White Blood Cells إليضاء

تختلف خلايا الدم البيضاء عن خلايا الدم الحمراء في جميع الصفات والوظائف. فهى لا لون لها، وسميت بيضاء لعدم احتوائها على الهيموجلوبين. وهي مختوى على أنوية، لذا فلها القدرة على التكاثر والانقسام، وهي أكبر حجماً من خلايا الدم الحمراء. وبينما لاتخرج الخلايا الحمراء من البلازما فإن الخلايا البيضاء تمبر من الدم وتتسلل من خلال جدران الأوعية الدموية إلى أماكن أخرى لكى تمارس نشاطها، خاصة في حالات الالتهاب. والخلايا البيضاء أقل عدداً من نظائرها الخلايا الحمراء. إذ يبلغ معدلها الطبيمي في الدم حوالي ٢٠٠٠ خلية/مل من الدم. ويزداد عددها في الحالات المرضبة أم

إصابة الجسم بميكروبات جرثومية. هذا وتبقى خلايا الدم البيضاء فى الدم حوالى ٣٤، أيام لكن عمرها قد يصل إلى عام كامل حيث أنها قد تترك مجرى الدم فى أعداد كبيرة خلال جدران الأوعية الشعرية للأنسجة. لذا يعتقد أنها تبقى هذه المدة القصيرة فى الدم وتفادره لمحاربة الميكروبات الجرثومية.

وتتكون خلايا الدم البيضاء في نخاع العظام والعقد اللمفية. وبالرغم من وجود أشكال مختلفة منها إلا أنها تؤدى جميعها وظيفة دفاعية ومناعية للجسم من الميكروبات.

وتنقسم خلايا الدم البيضاء إلى نوعين رئيسيين (شكل ١٧) هما :

أ-الهلايا البيضاء اللهية Granulocytes : وهذه يتميز السيتوبلازم فيها - كما يدل الاسم - باحتواءه على حبيبات ذات قدرة على امتصاص أصباغ كيميائية معينة. وهي تسمى أيضا الخلايا متعددة الأنوية أو الخلايا النخاعية لنشأتها



_ الحاديا البيضاء__ غير الحبية



لية سَارِلة خلية مية خلية عية لعبخ المبغة الماضية المستقالتامية

الحلايا البيضاء ____

شكل (١٧) أنواع محلايا الدم البيضاء من نخاع العظام. وحسب قابلية حيياتها للأصباغ تنقسم إلى ثلاثة أنواع هي: خلايا متعادلة الصبغ Neutrophils: وتصطبغ حبيباتها التي في السيتوبلازم بمعظم الأصباغ الحامضية والقاعدية. وتتركب النواة فيها من عدد من القطع (٣ـ٥)، يتصل بعضها ببعض بخيط كروماتيني رفيع. وهي أكثر الخلايا البيضاء عدداً. ونسبتها في جسم الانسان تتراوح بين ٥٥_٠٠ ٪ من مجموع الخلايا البيضاء. ولهذه الخلايا قدرة كبيرة على الدفاع ضد البكتريا لسهولة حركتها وسرعتها وطاقتها على الابتلاع.

. خلايا معبة الصبغة الحامضية Eosinophils : وتصطبغ حبيباتها التي في السيتوبلازم بالأصباغ الحامضية، فتبدو حمراء اللون. وتتكون النواة فيها من ٢-٢ فصوص. ورغم حركتها فهي لاتميل إلى البلعمة. وتبلغ نسبة هذا النوع من الخلايا البيضاء في جسم الانسان نحو ١-٣٪ ويرتفع عددها عن هذه النسبة في الحالات المرضية كالحساسية مثل الربو والإكزيما.

- خلايا محة العبغة القاعدية Basophils : وتصطبغ حبيباتها التي في السيتوبلازم بالأصباغ القاعدية، فتبدو زرقاء اللون وتأُخذ النواة فيها شكل حرف S. وعلى الرغم من أن نسبتها في جسم الانسان لاتتجاوز ٥٠٠٪ إلا أنها تختفظ بنصف كمية الهستامين الموجود في الدم. كذلك يعتقد أن لها علاقة بزيادة الحساسية في الانسان. كما لوحظ أن عددها يزداد عندما يتعرض الجسم للإصابة بالعدوي أو الالتهابات المرضية. لذا يقترح أن لها القدرة على مغادرة مجرى الدم والتهام الأجسام الغربية.

ب. الخلايا البيضاء غير الحبية Agranulocytes: في هذه الخلايا يخلو السيتوبلازم من الحبيبات ويبدو راثقاً. وهي تسمى أحيانًا وحيدة النواة لأنها تمتلك نواة واحدة غير مفصصة. وينشأ هذا النوع من الخلايا البيضاء في العقد اللمفية المنتشرة في أنحاء الجسم. وتتميز هذه الخلايا إلى نوعين هما:

- الخلايا الكبيرة أو وحيدة النواة Macrocytes or Monocytes : وهي أكبر الخلايا

البيضاء حجما. وللخلية منها نواة غير مركزية محاكى حدوة الحصان. ولها القدرة على التهام الأجسام الغريبة أو الميكروبات وتبلغ نسبتها في جسم الانسان نحو 27.

.. اغلايا اللعفية Lymphocytes : وهى أصغر الخلايا البيضاء حجماً. وللخلية منها نواة كروية كبيرة تشغل معظم الحيز الداخلى، لذلك فالسيتوبلازم فيها قليل. ولها القدرة على تكوين أجسام مضادة في الجسم ضد الميكروبات والأجسام الغربية. وتصل نسبة هذه الخلايا في جسم الانسان إلى ٢٠-٢٥ من مجموع الخلايا البيضاء. وهي نوعان :

م خلايا لفية تابدة T-Lymphocytes : وهذه تفرز مادة اللمفوكين Lymphokine التي تعمل على تشجيع الخلايا البالعة على القيام بعملية البلعمة. لذا فهي مسؤولة عن المناعة الخلوية.

ـ خلايا للمية بالية B-Lymphocytes: وهذه تفــرز البــروتينات المناعــيـة Immuno-globins. فتشجع صنع الأجـسام المضادة لمقاومة الميكروبات. لذا فهي مسؤولة عن المناعة الخلقية.

وظائف خلايا الدم البيضاء

تتلخص وظائف خلايا الدم البيضاء في القيام بعملية البلعمة. ويقصد بالبلعمة ابتلاع الأجسام الغربية عن الجسم. وهذه أعظم وسيلة يستعملها الجسم للدفاع عن نفسه، ويتم ابتلاع الجسم الغرب بواسطة خلية الدم البيضاء على مراحل هي امتزازه ثم الإحاطة به ثم هضمه بالمصارات الهاضمة. ولاتمام عملية البلعمة تقوم خلايا الدم البيضاء بافراز مواد هامة مثل مادة اللمفوكين التي تفرزها خلايا الدم البيضاء اللمفية التاثية لتشجع الخلايا البالمة على القيام بعملية البلعمة. كما تفرز خلايا الدم البيضاء اللمفية البائمة بروتينات مناعية لتشجع صنع الأجسام المضادة بلقاومة الميكروبات.

ثانيا : المكونات اللاخلوية

Plasma اللازما

تشكل البلازما حوالي ٥٥٪ من حجم الدم. وهي تتألف من الماء بنسبة ٩٠ وبروتينات بنسبة ٧٧ وأجسام دهنية بنسبة ٧٣. هذا ويمكن الحصول على البلازما بفعل عملية الطرد المركزي لكمية من الدم أوقف تخثرها بواسطة مادة الهيبارين. وتتألف بروتينات الدم من أربعة أنواع هي :

_ الزلال أو الألبيومين بنسبة 200.

_ الجلوبيولين بنسبة ٢٨٪.

_ الفيبرينوجين بنسبة ٧٪.

ـ البروثروميين بمعدل ٤٠ ملجم / ١٠٠ مل من الدم.

هذا ويمكن تلخيص أهم وظائف بروتينات الدم فيما يلي :

. إيقاف نزف الدم بواسطة آلية التخثر.

ـ تنظيم حجم الدم والسائل الخلالي والبول بفعل الضغط الأسموزي.

_ اعطاء الجسم المناعة.

_ نقل مواد مثل الهرمونات والقيتامينات والحديد في الدم.

ـ المحافظة على نفاذية الأوعية الدموية وتنظيم التبادل عبر جدرانها.

- ,غم قلتها فإنها قد تمد الأنسجة المختلفة باحتياجاتها البروتينية خاصة عند تعرض الجسم لنقص مستمر في أحد البروتينات ذات القيمة الحيوية العالية.

_ تساهم في تخديد لزوجة الدم حتى يحفظ ضغطه في حالة طبيعية.

- نظرًا لأن لها القدرة على الانخاد بالقواعد والأحماض على السواء فإنها تعمل على تعديل تركيز أيون الهيدروجين (pH) في الدم.

- ترتبط ببعض الهرمونات أثناء سريانها في الدم، فتمنع فاعلية هذه الهرمونات حتى تصل إلى النسيج أو العضو موضع التأثير حيث ينفصل الهرمون عن البروتين المرتبط يه.

Thrombocytes or Platelets إلى الصفيحات الدموية

الصفيحات اللموية عبارة عن جسيمات صغيرة غير خلوية لعدم وجود أوية في جميع مراحل تكوينها. وهي مدورة متجانسة تشبة الأقراص أو المحسيات. ولايحتوى سيتوبلازمها على أى نوع من الحييبات. وتتصف بسرعة تبدلها ولزوجة أسطحها. ويتراوح عددها في الانسان مابين ١٥٠ ٣٠٠ ألف صفيحة دموية/ مل من اللم. وهي تنشأ من خلايا خاصة تعرف بالخلايا العملاقة في نخاع العظام Megakaryocytes. ويصل عمرها إلى حوالي عشرة أيام. ولها عدة وظائف هامة تتمثل في:

١- افراز الثرومبوبلاستين (إنزيم الثرومبوكينيز) اللازم لعملية تخثر الدم.

الإلتصاق بسبب لزوجة أسطحها، فتشكل سدادة صفيحية دموية تغلق
 الجرح. وبذا يتشكل ما يعرف بالخرة البيضاء.

Blood Coagulation تخثر الدم

من العجيب أن الجسم يعمل على حفظ سيولة الدم داخل الأوعية، كما يعمل أيضا على حفظ قابليته للتخر خارج الأوعية. وتتكون خشرة الدم بفعل تأثير طلائع الإنزيمات وبروتينات تدعى عوامل التخشر. وتقوم الصفيحات الدموية بالمبء الأكبر في تكوين الخشرة الدموية. كما تشارك أيونات الكالسيوم في آلية التخر، وعوامل التخشر هي :

Fibrinogen	(I)	_ العامل الأول
Prothrombin	(H)	_ العامل الثاني
Tissue Thromboplast	(III)	_ العامل الثالث
Ca ²⁺	(IV)	ــ العامل الرابع
Proaccelerine	(V)	ــ العامل الخامس
Proconvertin	(VI)	ب العامل السادس

Anti-Hemophilic Globulin	(VII)	_العامل السابع
Christmes	(VIII)	_ العامل الثامن
Stuart	(IX)	المامل التاسع
Plasma Thromboplastin	(X)	_ العامل العاشر
Hageman	(XI)	_ العامل الحادي عشر
Prothrombin Activator	(XII)	_العامل الثاني عشر
Fibrin Stabelizing Factor	(XIII)	_العامل الثالث عشر

ويمكن تلخيص آلية تخثر الدم على النحو التالي :

١- تنفجر الصفائح الدموية، ويخرج منها مادة الثرومبوبلاستين المعروفة بمنشط البروثر ومبين أو الثرومبو كينيز .

٢- يتفاعل البروثرومبين مع الثرومبوبلاستين في وجود أيون الكالسيوم مكونًا الثروميين :

Thromboplastin Thrombin Prothrombin البروثرومبين لروميين

٣- يتفاعل الثرومبين مع الفييرينوجين فتتكون خثرة دموية قابلة للتحلل:

Thrombin Fibrinogen Soluble Fibrin Clot الفيبرينوجين خثرة الفيبرين الذائبة

٤- يعمل العُامل الثالث عثر Fibrin Stabelizing Factor على تثبيت الخثرة الدموية Colt or Coagulum بوجود أيون الكالسيوم ويمنع تخللها :

Soluble Fibrin Clot Factor 13 Insoluble Fibrin Clot حثرة الفيرين الذائبة Ca²⁺ خثرة الفيرين الذائبة

علىر وظائف الأعضاء

وقد يحدث التخر داخل الأوعية الدموية Thrombosis عند جرح البطانة الداخلية لها وفي حالات التصلب الشريائي Thrombosis عند جرح البطانة الداخلية لها وفي حالات التصلب الشريائي Arteriosclerosis وفي الأوردة الدوالية Varicose Voins وعند الاصابة البكتيرية للأوعية الدموية والقلب والصحامات. والجلطة التي تبقى عند موقع تكونها تسمى بالخثرة والمسدادة Thrombos. وربما تتداخل كل من الخثرة والسدادة بعمورة فتسمى بالسدادة والمسدادة الأوعية الدموية بل وقد يحدث أن تذهب إلى خفردي إلى المسكتة، أو إلى القلب فتسبب التخثر التاجي Coronary والمناجق وربما تسبب موت الأسجة في مساحة محدودة كما يحدث في حالة الموات أو النخر Ragina Pectoris. وربما تسبب موت الأسجة في مساحة محدودة كما يحدث في حالة الموات أو النخر ومن حسن الخلق أن يوجد في مجرى الدم إنزيم البلازمين الذي يعمل على ومن حسن الخلق أن السدادة (الفييرين).

فصائل النم Boold Gruops

تقسم فصائل الله عند الانسان إلى أربعة أنواع هي A, B, AB, O فياءً على وجود اثنين من مولدات الالصاق Antigens or Agglutinogens تقع على وجود اثنين من مولدات الالصاق A وB . فأصحاب الفصيلة A يوجد على أسطح خلاياهم الحمراء مولد المماق من نوع A . وأصحاب الفصيلة B لديهم على نفس الموقع مولد الصاق من نوع B . وأصحاب الفصيلة O فلا يوجد مولدى الصاق من نوعى B, A على نفس الموقع . أما الفصيلة O فلا يوجد لدى صاحبها أى مولد الصاق . كذلك محتوى يلازما الذم على أجسام مضان لدى صاحبها أى مولد الصاق . كذلك محتوى يلازما الذم على أجسام مضان له جسم مضاد خاص به . وهذه الأجسام المضادة تعمل على أحداث الصاق له جسم مضاد خاص به . وهذه الأجسام المضادة تعمل على أحداث الصاق . Agglutination

مولدات الالصاق لايمكن أن يوجد في دمه الجسم المضاد الخاص بذلك المولد للالهاق، وإلا حدث الالصاق. وهكذا فإن :

_ الشخص ذا الفصيلة A يملك مولد الالصاق A والجسم المضاد b.

_ الشخص ذا الفصيلة B يملك مولد الالصاق B والجسم المضاد a .

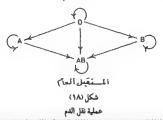
_ الشخص ذا الفصيلة AB يملك مولدى الالصاق A, B ولا يملك أى جسم مضاد.

_ الشخص ذا الفصيلة O لايملك أى مولد الصاق، لكنه يملك أجسام مضادة b a .

ويمكن إذن أن تكتب الفصائل على هذه الصورة: .



وللدراية بهذه الفصائل أهمية كبرى عند نقل Blood Transfusion. والقاعدة الأساسية عند نقل الدم هي ألا يحدث الصاق بين خلايا الدم المحمراء للمعطى وبلازما المستقبل، أي أن مولدات الالصاق لدى المعطى يجب ألا تتلاقي مع الأجسام المضادة المماثلة لها في بلازما المستقبل. لذا يطلق على الفصيلة AB المستقبل العام لعدم وجود أية أجسام مضادة، ويطلق على الفصيلة O المعطى العام لعدم وجود أي مولد الصاق. ويمكن إيجاز عملية نقل الدم في شكل (١٨).



عامل الريسس (Rhesus Factor (Rh)

لوحظ خلال عمليات نقل الدم حدوث حالات الصاق على الرغم من توافق الفصائل. وقد اكتشف أن سبب ذلك هو وجود مولد العماق آخر عرف لأول مرة في قرد من نوع الريسس Rhesus . ولذا سمى بعامل الريسس Rhesus Factor (Rh).

ويوصف الشخص الذى يحوى دمه على هذا المولد للالصاق بأنه موجب المامل أو $^+$ Rh، يينما يوصف الشخص الذى يخلو دمه من هذا العامل بأنه سالب العامل أو $^+$ Rh. ولا يخوى البلازما فى كلا الحالتين على مضاد الريسس (Anti Rh). وقد وجد أن $^+$ X من الأشخاص البيض تحتوى دماؤهم على هذا العامل (أى هم موجبو العامل أو $^+$ Rh) بينما $^+$ 1 $^-$ 1 من هم سالبو العامل أو $^+$ 1 $^+$ 1 بينما $^+$ 2 مرد هذا العامل فى الزنوج عنه فى البيض.

وفي حالة نقل دم شخص موجب العامل +Rh إلى شخص سالب العامل Rh فإن ذلك يؤدى إلى تكوين أجسام مضادة للعامل Anti-Rh في دم المستقبل. ولاتشكل هذه العملية خطورة تذكر في المرة الأولى لحدوثها نظراً لأن كمية الأجسام المضادة المتولدة في المستقبل تكون قليلة نسبياً. لكنها إذا تكررت بعد ذلك نتج عنها العماق خطير بسبب التفاعل الذي يحدث بين العامل ومضاده. ولهذا فإن الدم الموجب العامل +Rh الايمكن حقنه إلا للأشخاص ذوى الدم الموجب العامل +Rh وإلا فإنه تتكون أجسام مضادة لتناعل مع العامل ويحدث الصاق. وعلى العكس فإن الدم السالب العامل -Rh والموجب العامل +Rh والموجب العامل +Rh

أهمية عامل الريسس

ا_ عند نقل اللم Blood Transfusion

يمكن للشخص ذي العامل الموجب +Rh أن يستعمل دما من شخص

ذى عامل موجب *Rh أو شخص ذى عامل سالب *Rh. أما الشخص ذو الهامل السالب *Rh فلا يمكنه أن يستقبل دما إلا من شخص ذى عامل سالب مثله Rh. فإذا استقبل دماً من شخص موجب العامل *Rh فيتشكل في بلازمته مضاد الريسس Anti Rh. وعند استقباله مرة ثانية دماً من شخص موجب العامل *Rh فإن ذلك يؤدى إلى حدوث الصاق، وقد يؤدى إلى الوفاة.

Pregnancy إلى الحمل

إذا تزوج رجل موجب العامل Rh بن من امرأة سالبة العامل Rh فيكون المجنين موجب العامل Rh لأن هذا العامل سائد وراثياً. ويتكون في دم الأم المجنين موجب العامل Rh لأن هذا العامل سائد وراثياً. ويتكون في دم الأم أجسام مضادة Anti Rh. وهذه تنتقل مع الدم من الأم إلى الجنين لكن كمية الأجسام المضادة الاثؤثر على الجنين الأول. أما إذا حملت الأم مرة ثانية فإن الأجسام المضادة Anti Rh المتكونة في دمها تكون أكثر وتنتقل من دمها عبر واليرقان Jaundice (وجود العمقراء في أنسجة الجسم). ويعرف هؤلاء الأطفال بالأطفال الزرق. وتسمى هذه الحالة Erythroblastosis Foetalis. ويمكن أن يؤميلة O و Rh أى O.

(M and N Factors) N, M Jule

ينتج مولدا الالصاق M و N ثلاث فصائل دم هى M و N و MN و بعدد وجود هذين المولدين من خلال جينين. وتختلف هذه الفصائل عن فصائل اللم الأخرى O و AB و B و الله AB فى كون أن مولدى الالصاق N. M المرتبطين مع خلايا الدم الحمراء لايترافقان بأجسام مضادة فى البلازما. لهذا فإنه عند نقل الدم لا أهمية لهذين المولدين. ومع ذلك فإن لهما قيمة عظيمة فى البات أبوة الطفل عندما يكون هناك شك فى ذلك.

أهمية فصائل الدم الختلفة في تحديد الأبوة والأمومة

إن تخديد الفصيلة الدموية ينفى ولايثبت أبوة الطفل. فإذا كان الرجل المتهم له نفس الفصيلة A أو B أو O أو نفس عامل Rh الذى للطفل فمن المحتمل أن يكون الرجل هو والد الطفل. أما إذا كانت فصيلة الرجل تختلف عن فصيلة الطفل أو أن عامل الـ Rh للرجل يختلف عن عامل الـ Rh للطفل فإذ هذا الرجل ليس والد الطفل.

وإذا اختلط طفلان في المستشفى ونسبا إلى أبوين مختلفين فإن الأبوء الصحيحة يمكن أن تثبت بعاملي N.M كما هو مبين في الجدول (١) :

جدول (۱) إثبات الأبوة عن طريق العاملين N, M.

	الأب		فإن الأم	إذا كان الطفل
I	لايمكن أن يكون	يجب أن يكون	قون ادم	g
	N	MN J M	يجب أن تكون M أو MN	M
	M	MN & N	یجب أن تكود N أو MN	N
	М	MN J N	ةدتكون M	MN
	N	MN J M	قد تكون N	
Į		M l, N l, MM	قد تكون MN	

التركيب الكيميائي للدم

يتركب الدم كيميائياً من عدة مركبات تقسم إلى البروتينات والإنزيمات

والمركبات العضوية النيتروجينية غير البروتينية والمركبات العضوية غير النيروجينية والمركبات غير العضوية. وثمة مركبات كيميائية أخرى في الدم هي الهرمونات. وميلي ذكرها بالتفصيل في باب الغدد الصماء.

أولا_ بروتينات الكم

أهم هذه البروتينات هي الألبيومين والجلوبيولين والفيبرينوجين. ويطلق عليها جميماً بروتينات البلازما. وهي تشكل نحو ٦-٨٪ من البلازما. وفيمايلي منتحدث بالتفصيل عن الألبيومين والجلوبيولين. أما الفيبرينوجين فقد ورد الحيث عنه عند التعرض لتختر الدم.

يشكل الألبيومين أكثر من نصف الكمية الكلية لبروتينات البلازما في الانسان. وهو يتكون في الكبد ويتجدد بسرعة. وله دور هام في المحافظة على الهنط الأسموزى للدم. وإذا انخفض تركيز الألبيومين في الدم فإن ذلك يؤدى ولم حدث الأوديما Oedema، حيث تتجمع السوائل خارج الأوعية الدموية. وللاحظ انتفاخ الأطراف السفلي وانتفاخ الوجه والعينين. ومن الأعراض الشديدة لهذا المرض انتفاخ البطن. ويقوم الألبيومين بوظيفة هامة في نقل كثير من المركبات البيولوجية النشطة مثل الأحماض الدهنية والبيليروبين. كذلك تربط به كثير من الأيونات المعدنية مثل الكالسيوم والنحاس والخارصين. فمثلاً ليبيط به ٢٥٠ من الكالسيوم الموجود في الجسم. ويستطيع الألبيومين أيضاً الارتباط مع المركبات الدوائية المختلفة مثل البنسيلين والأسبرين وأدوية أمراض القبر، كذلك ينقل الألبيومين بعض الهرمونات مثل الكورتيزول والألدوسيرون والثيروكسين. وتتخفض كمية الألبيومين في مصل الدم خلال اصابة الكبد والثيراض الكليتين التي تؤدي إلى زيادة في اخراج هذه البروتينات، وفي بعض الأمراض الكليتين التي تؤدي إلى زيادة في اخراج هذه البروتينات، وفي

٧_الجلوبيولين

ينقسم هذا النوع من البروتينات إلى الأصناف الآتية :

ألفات جلوبيولين α-Globulins:

وهذا يقسم بدوره إلى عدة أصناف هي :

الفا بـ جلويولين α₁-Globulins ومن أمثلته :

الفا م مضاد التربيسين α₁-Antitrypsin : وهو يتكون في الكبد. ويقوم بتثبيط عدد من الإنزيمات التي تفكك البروتينات بالتميؤ.

الفه <u>۱- جليكوبروتين الحامضي</u> α₁-Acidglycoprotein : ويزيد تركيزه في الجسم بسبب الجروح والتهاب المفاصل وبعض الأورام.

الفا- بوفين α-Fetoprotein : وهو يتكون فيقط في كبيد الجنين وكيس المح ولايوجد في البالغين في الحالة الطبيعية. ونظرًا لقلة وزنه فهو ينفذ من الشعيرات الدموية ويظهر في بول الجنين أي في السائل الأميوني، ومن ثم في بلازما الأم.

الغا ٧- جلوبيولين a2-Globulins ومن أمثلته :

هايوجلوبولين Haptoglobulin : وهو يصنع في الكبد، ويقل معدله عن الطبيعي في حالة حدوث مرض بالكبد. ويلعب دورا هاماً في الخليمية على نسبة الحديد بالجسم. إذ عند تخلل خلايا الدم الحمراء في الطحال ينقسم الهيموجلوبين إلى جزئين وزنهما الجزيئي صغير نسبياً. ومن المحتمل فقدهما مع البول في الكليمين، مما يؤدى إلى نقصان كمية الحديد في الجسم. لذا فإن الهيموجلوبين يتحد مع

الهابتوجلوبيولين ليكونا معاً معقداً يشار إليه بالرمز Hb-Hp، مما يحفظ الهيموجلوبين من التحال

النابه جليبولين الكبير C2-Macroglobulin : وهو بروتين سكرى كبير الحجم يكون حوالى ٢٣٣ من مجموعة ألفام جلوبيولين. وهو يقوم بنقل بعض الهرمونات والخارصين ويشبط عمل الترمسين والسلازمين والبرومبين. ولا يستطيع هلما البروتين النقاذ من الكليتين في حالة حدوث المرض الكلوى Nephrotic Syndrome فترتفع نسبته في الدم.

سيولهلامين Creuloplasmin : وهو إنزيم مــــــ Oxidase لحـــامض الأسكورييك وهرمون الأدريتالين. وهو يقوم بأكسدة الحديد من الصورة +Fe²⁺ إلى الصورة -Fe²⁺. وله قدرة على الارتباط بعنصر النحاس.

ينا جلوبيولين G-Globulins؛ وهذا يقسم بدوره إلى عدة أصناف، أهمها : تونفيرين (Transferrin) : وهو البروتين الذى ينقل الحديد إلى الكبد لتخزينه على شكل فيريتين Ferritin . وفي الحالة الطبيعية يكون ثلث مايوجد من الترنسفيرين مشبهًا بالحديد.

يناليو بروتين (Lipoprotein) : وهي مركبات عديدة الجزيهات يدخل في تركيبها البروتينات والدهون والكوليسيترول والليبيدات الفوسفورية. وتسمى البروتينات الداخلة في تركيب هذه المركبات أبوليبوبروتين Apolipoprotein. وهناك عدة أنواع منها وتؤدى أدواراً مختلفة، فمنها ماهو ضرورى لبناء المعقدات نفسها، ومنها ما يعمل على تنشيط الإنزيمات الضرورية لأيض هذه المعقدات. كما أن لبعضها دوراً أساسياً في الأفعال المتبادلة بين الأنواع المتلفة للبروتينات الليبيدية أو يينها وبين المستقبلات الخلوية.

ويمكن تقسيم البروتينات الليبيدية إلى عدة أنواع بناءً على كثافتها التى تتحدد بمقدار نسبة البروتينات إلى الليبيدات في كل منها. فأتلها كثافة هي الكايلوميكرونات التي تصنعها خلايا الأمعاء لتنقل منها الدهون الممتصة من القناة الهضمية. ويلى ذلك البروتين الليبيدى و الكثافة المنخفضة جداً (Very Low Density Lipoprotein (VLDL) الذي يصنع في الكبد ويعمل على نقل ثلاثيات الجليسريد المسنعة في الكبد، يليها البروتين الليبيدى منخفض الكثافة Low Density في الكبد، يليها البروتين الليبيدى ذى الكثافة للمنخفضة جداً وتعمل على نقل الكوليستيرول إلى خلايا الجسم. ثم المنطقة الموروتين الليبيدى عالى الكثافة High Density الميدى عالى الكثافة لكوليستيرول إلى خلايا الجسم. ثم يليم أخيراً البروتين الليبيدى عالى الكثافة لكوليستيرول المنافقة الكوليستيرول اللي الكثافة لكوليستيرول الكوليستيرول الكثافة الكوليستيرول من الخلايا إلى الكبد.

جاما جلوبوان A-Globulins (I.g). يطلق على هذا البروتين اسم جلوبيولين المناعة (Immunoglobulins (I.g). وهو لايتكون في الكبد، ولكن يصنع في خلايا خاصة من الخلايا اللمفية Lymphocytes تعرف بخلايا البلازما Plasma Cells. وهذا البروتين مسؤول عن المناعة في البحارم، ويعمل كأجسام مضادة لمختلف أنواع الميكروبات. ويقسم هذا البروتين إلى عدة أنواع يلحق برمزها المختصر أحرف , A, Q, M,

وكل نوع من هذه يشمل آلافًا من جزيئات مختلفة تختص بمحاربة الأنواع المختلفة من الأجسام الغريبة.

ثانياً : إنزيمات الدم

أغلب الإنزيمات الموجودة بالدم يختص المصل منها بنسب عالية في

الحالات المرضية. فقى الحالة الطبيعية لا تكون فاعلية هذه الإنزيمات عالية فى مصل الدم بالمقارنة مع مثيلاتها فى الأنسجة الأخرى. لكن فى عديد من الحالات المرضية تخدث تغيرات كبيرة على معدلاتها. وتمتبر هذه الإنزيمات المواودة فى مصل الدم من الأمور المساعدة على الحصول على المعلومات الوافية عن النسيج الذى حدث فيه خلل. فالخلل الذى يحدث فى أنسجة الكبد أو القلب يعطى تركيزات إنزيمية معينة وبعمورة تقارب الخلل الذى يحدث بتلك الأنسجة وتتفاوت سرعة تخور الإنزيمات من خلال الأنسجة إلى المصل بالنسبة للإنزيم الواحد. وتعتمد على مدى امكانية ذلك الإنزيم من النفاذية من خلال

١ _ إنزيج نقل الأمين من الجلوتامات أوكسالوأسيتات

Glutamate Oxaloacetate Transaminase (GOT)

ويسمى أيضاً إنزيم نقل الأمين من الأسارتات Aspartate Transaminase ويسمى أيضاً إنزيم على نقل مجموعة الأمين (بNH-) بين الأحماض الأمينية والأحماض الكيتونية. وأعلى فاعلية له في نسيج القلب، إذ تفوق هذه الفاعلية في القلب مثياتها في مصل الدم بنحو عشرة آلاف مرة، وقد لوحظت فاعليته في مصل الدم برض عالكبه واليرقان.

٢ _ إنزيم نقل الأمين من الجلوتامات بيروڤات

Glutamate Pyruvate Transaminase (GPT)

وبسمى أيضاً إزريم نقل الأمين من الآلانين Alanine Transaminase وبسمى أيضاً إزريم نقل الأمين من الآلانين (-NH₂) من حامض البيروفيك. وأعلى فاعلية له تكون في الكبد والبنكرياس والقلب والعضلات الهيكلية. وترتفع فاعليته كثيراً في مصل اللم في حالة أمراض الكبد.

Lactate Dehydrogenase (LDH) النزيم نزع الهيدروجين من اللاكتات

هذا الإنزيم هو أوسع الإنزيمات انتشاراً في الجسم. إذ يوجد في جميع الأنسجة والأعضاء. وهو يحفز تفاعل تخول حامض اللاكتيك إلى حامض البيروفيك. ويستخدم المركب *NAD كمستقبل للهيدروجين في هذا التضاعل، وأعلى فاعلية للإنزيم تكمن في كل من الكليتين والقلب والعضلات الهيكلية والكبد. وتزداد فاعليته في مصل الدم عند الاصابة بالسرطان واليرقان وانسداد أوعة القلب.

\$ _ إنزيم ألدوليز Aldolase

هذا الإنزيم هو أحد إنزيمات مسار تخلل الجلوكور Glycolysis. إذ يعمل على انشطار جزئ فركتور ١، ٦ ثنائي الفوسفات إلى جزيئين من السكر الشلائي للفسفر هما فوصفو جليسوالدهيد وثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات. وأعلى فاعلية لهذا الإنزيم في أنسجة المضلات الهيكلية والقلب والكبد. وفاعليته في خلايا الدم الحمراء أعلى بنحو ١٠٠ مرة مما في المصل. ويرتفع معدل فاعلية هذا الإنزيم في مصل الدم عند الإصابة بالسرطان والتهاب الكبد واليونان وانسداد أوعية القلب.

- وانزيم التشكل إلى فوسفات الجلوكوز Glucose Phosphate Isomerase

يتتمى هذا الإنزيم إلى مجموعة إنزيمات التشكل Isomerases. يشتمى هذا الإنزيم إلى مجموعة إنزيمات التشكل Glycolysis. فيعمل على تنشيط التفاعل فى الانزان بين جلوكوز ٣ ـ فوسفات وفركتوز ٣ ـ فوسفات، ويوجد هذا الإنزيم فى خلايا الدم الحمراء والمصل، لكن تزيد فاعليته فى خلايا الدم الحمراء عن مصل الدم بنحو ١٣٥ مرة. وأعلى معدل لهذا الإنزيم يوجد فى الكبد والأنسجة العضلية الهيكلية. ويرتفع معدله فى مصل الدم عند الإصابة بالتهاب الكبد والسرطان وانسداد الأوعية الدمية فى القلب.

Transketolase ان ع ترنس کیتولیز

هذا الإنزيم هو أحد إنزيمات مسار فوسفات البنتوز. وأعلى فاعلية له في الكبد والطحال والكليتين. وتزداد فاعليته في مصل الذم في حالات التهاب الكبد والتسمم البولي وانسداد أوعية القلب.

۷_ انزم کیالین کینیز Creatine Kinase

يؤثر هذا الإنزيم على التفاعل العكسى لعملية نقل مجموعة الفوسفات من أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP إلى الكرياتين بوجود أيونات الماغنسيوم الهؤ²⁴. وهو يوجد بشكل كبير في الأنسجة العضلية. وتزداد فاعليته في مصل النم في حالات اصابة الجهاز العضلى الهيكلي وانسداد أوعية القلب.

Amylase إنزم الأميليز

هذا الإنزيم هو أحد الإنزيمات الهامة في عملية تفكك السكريات العديدة. وهو يصنع أساساً في غدة البنكرياس، وينتقل إلى الأمعاء ليقوم هناك بعمله. وزداد فاعليته كثيراً في مصل الدم عند الاصابة بالتهاب البنكرياس أو تورمه.

4_ إنزيم الفوسفاتيز الحامضي Acid Phosphatase

تزداد فاعلية هذا الإنزيم بمصل الدم في حالة الاصابة بسرطان غدة البروستاتا.

۱۰ ـ إنزيم الفوسفاتيز القلوى Alkaline Phosphatase

تزداد فاعلية هذا الإنزيم بمصل الدم في حالات أمراض العظام وزيادة نشاط الغدة الدرقية والكساح واليرقان.

ثالثًا - المركبات النيتروجينية غير البروتينية في الدم

ا ـ البولينا (البوريا) Urea

البولينا هي المركب الأساسي في النوائج النهائية لعملية أيض البروتين. وهي تشكل القدر الأكبر من المحتوى النيتروجيني اللايروتيني في اللم. ويزداد تركيزها في الدم عند تناول كميات كبيرة من المواد البروتينية. وارتفاع معدل البولينا في الدم لفترة طوبلة يعد مؤشراً على حدوث التهاب في الكليتين أو زيادة تفكك البروتينات الهيكلية في الجسم أو حدوث سرطان في المثانة أو فقر دم ورض في القلب.

٢- حامض البوليك (حامض اليوريك) Uric Acid

حامض البوليك هو أحد المركبات النيتروجينية اللابروتينية الهامة في الدم. وهو الناجج الأساسي عند الانسان لعمليات أيض البيورينات. ويزداد معدله في الدم في حالات مرض النقرس وسرطان الدم والروماتيزم.

Creatine and Creatinine الكرياتين والكرياتين

هذان المركبان الكريانين والكريانينين هما من حواصل أيص النيتروجين، ويوجدان بشكل رئيسي في الأنسجة العضلية. ويدل ارتفاع معدلهما على الهموط الكلوى. وتعيين الكرياتينين بالذات في الدم هو تخديد أكثر دقة لوظائف الكليتين.

Bilirubin اليلورين

البيليروبين هو أحد نواتج تفكك الهيموجلوبين. وهو أحد الأصباغ الهامة في عصارة الصفراء، ويندرج ضمن المركبات النيتروچينية غير البروتينية التي تدخل في الدم. وارتفاع معدله يدل على حدوث اعتلال في الكبد.

Amino Acids إلحماض الأمينية

تأى الأحماض الأمينية إلى الدم من جراء هضم المواد البروتينية في القناة الهضمية، وأيضاً كنتيجة لعمليات تفكك البروتين في الأنسجة. ومع ذلك فكميتها في الدم ضئيلة جداً. إذ بمجرد دخولها إلى الدم تستهلك من قبل الأسجة المختلفة التي تستخدمها لبناء البروتينات أو لتصنيع بعض المركبات اليتروجينية الأخرى.

ا عليداليند Polypeptides

يمثل عديد البتيد في الدم بمجموعة من الكينينات Kinins في البلازما. وهذه تعمل على تنظيم الحركة السائلة للدم، وأهمها مركب البراديكينين Bradykinin الذي يعد من المركبات الموسعة للأوعية الدموية، كما أنه يزيد من افراز البول وطرده عبر الكليتين. وهو أيضاً يدخل في بناء جلوبيولين α في الملازما، وكمية الكينينات في بلازما الدم ضئيلة جداً بشكل عام وذلك لوجود إنهم كربوكسي ببتيديز Carboxy Peptidase الذي يعمل على تكسير هذه المركبات.

رابعاً .. المركبات العضوية غير النيتروچينية في الدم

الملوكوز Glucose

الجاركوز هو الناتج النهائي لهضم الكربوهيدرات. ويعبر معدله في الدم عن معدل أيض الكربوهيدرات في الجسم. ويرتفع معدله في الحالات المرضية كمرض السكر والتهاب الكبد واضطراب وظيفة الغدة النخامية وسرطان الغدة الكظية وازدياد نشاط الغدة الدرقية. أما انتخفاض معدله في الدم فيرتبط بانتخاض وظائف الغدد المذكورة أو بسبب الجوع أو الإجهاد العضلي المستمر.

Pyruvic Acid اليروثيك - ٢

حامض البيروفيك هو الناتج النهائي لمملية غلل السكر Glycolysis في الظروف العادية ويزداد معدله عن الطبيعي في حالات الاجهاد العضلي ونقص فيتامين B. كمما يدل ارتفاع معدله في الدم على الاصابة بأمراض الكبد واضطرابات القلب.

Lactic Acid اللاكتيك -٣

هذا الحامض هو الناتج النهائي لعملية تخلل السكر Glycolysis في حالتي التعارين العضلية الشديدة وغياب الميتو كوندريا وفي حالة الاجهاد العضلي يزداد معدله عن الطبيعي. كما يزداد أيضاً في حالات التهاب الكبد وتشخمه وعند حدوث التسمم. وبناءً على ذلك فإن ارتفاع معدل هذا الحامض في اللم مرتبط بشكل أساسي مع ازدياد انتاجه في العضلات ومع انخفاض قدرة الكبد على عوبل حامض اللاكتيك الفائض إلى جلوكوز وبالتالي إلى جليكوچين.

Lipids الليهدات \$

يحتوى الدم على جميع أنواع الليبيدات التي يمكن أن توجد في الأسبحة اغتلفة. ويوجد الجزء الأكبر من الليبيدات في بلازما الدم على شكل بروتيتات ليبيدية. ويزداد معلل الليبيدات عموماً عند تصلب الشرايين ومرض السكر وفقر الدم واليرقان. ويزداد معدل الكوليستيرول بالذات في حالات الحمل وتصلب الشرايين وأمراض الكبد. وينقص في حالات الضعف العام وضعف القلب وانسداد أوعيته والدرن الرئري وفقر الدم.

خامساً - المركبات غير المضوية في الدم

Iron الحديد

تحتوى خلايا الدم الحمراء على أكبر قدر من الحديد في الجسم.

وخلال تخلل هيموجلوبيي هذه الخلايا هي الطحال والكبد يتحرر يومياً من الحديد حوالي ٢٥ ملجم. ويستخدم بحو ٢٩٠٪ من هذه الكمية المتحررة من المحديد لتصنيع الهيموجلوبين الجديد في الأنسجة المولدة لخلايا اللم الحمراء. ويوجد في بخاع العظام احتياطي غير ثابت من الحديد. لكن الاحتياطي الأكبر يوجد في الكبد والطحال. وترتبط كمية الحديد الداخلة إلى الدم من الأمعاء بشكل رئيسي ببروتين الأبوفيريتين Apoferritin الذي يصنع في جدار الأمعاء ويرتفع معدل الحديد في مصل الدم عند تضاعل عملية تصنيع الهيموجلوبين أوعد زيادة تخلل خلايا الدم الحمراء وكذلك عند الاصابة بمرض اليرقان.

Y_الصوديوم Sodium

يوجد الصوديوم فى اللم بكمية كبيرة فى صورة كلوريد الصوديوم ونسبة أقل فى صورة بيكربونات الصوديوم. وحوالى ١٥ ٪ من مجموع الصوديوم فى اللم يوجد متحداً مع البروتينات. ونسبة الصوديوم فى خلايا اللم الحمراء منخفضة وعالية فى البلازما. ويقل معدله فى بلازما اللم أثناء الإصابة بالتهاب الرئتين والاسهال ومرض اديسون. ويزيد معدله فى بلازما اللم عند الاصابة بضعف القلب وازدياد كمية هرمون الألدوستيرون.

Potassium إدالبوتاميوم

يوجد البوتاسيوم بصورة عالية في خلايا اللم الحمراء. ويزداد معدله عند الاصابة بمرض اليرقان ومرض اديسون الذي يعزى إلى اضطراب وظيفة الفنتين الكظريتين وحين ينقص افراز هرمون الألدوستيرون الذي يؤدى إلى ازدياد خروج الصوديوم والماء في البول مع بقاء البوتاسيوم في الجسم وينقص معدل البوتاسيوم إذا زاد افراز هرمون الألدوستيرون. ونظراً لأهمية وجود البوتاسيوم القلب فإن النقص في معدل البوتاسيوم يؤدى إلى اضطراب خير في دلك

£ الكالسيرم Calcium

يوجد الكالسيوم في اللم إما حراً في صورة أيونية أو متحداً مع البروتين. ويرتبط وجود الكالسيوم في اللم مع نشاط العظام والغدد جارات اللرقية ووظيفة الجهاز المصبي المركزى. ويمبر نقص الكالسيوم في اللم عن نقص افراز الغدد جارات الدرقية وهشاشة العظام. ويزداد معدل الكالسيوم في مصل اللم في حالات ازدياد افراز الغدد جارات الدرقية وسرطان العظام، بينما يزداد معدله في البلازما في حالات مرض اديسون وفقر اللم.

ه_الماغسيوم Magnesium

وجود الماغنسيوم في الدم ضرورى لتوازن أعضاء الجسم المختلفة. للا فعند نقصه في الله يثار الجسم ويتشنج. أما عند زيادته فيحدث النعاس. وترتفع نسبة الماغنسيوم في البلازما عند الاصابة بارتفاع ضغط الدم وتصلب الشرايين والتهاب المفاصل والكساح، بينما تقل نسبته في حالات الاسهال الشديد وأورام العظام الخيئة.

النوسفور Phosphorus النوسفور

يوجد الفوسفور في الدم إما في صورة عضوية أو في صورة غير عضوية. ويزداد معدله في الدم عند الاصابة بقصور الكبد وزيادة النيتروجين في الدم ومرض اديسون. وبقص معدله في مصل الدم عند الاصابة بالكساح.

V...V الكلور Chlorine

يوجد الكاور في الدم على صورة ملح كلوريد الصوديوم. وينقص معدله في بلازما الدم عند الاصابة بتشمع الكبد ومرض اديسون والسل الرثوى والتهاب الكلى، بينما يزداد معدله في حالات الضعف العام وضعف عضلة القلب خاصة.

A الكريت Sulphur

يوجد معظم الكبريت في الدم متحداً مع البروتينات. والقليل منه يوجد في الدم على هيئة غير بروتينية. ويرتفع معدل الكبريت غير البروتيني في الدم في حالة ازدياد تفكك البروتينات وأمراض الكلي.

Iodine المسود

يوجد اليود في الدم مرتبطًا على شكل هرمونات الثيروكسين وثنائي أيودو الثيرونين وثلاثي أيودو الثيرونين. لذا تتغير نسبة اليود في الدم إذا أصيبت المغدة الدوّية بخلل في وظيفتها.

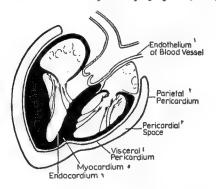
الكليب

القلب Hear عضو عضلى مجوف يتباين شكله في الكاتنات الحية. وهو له في الانسان كمثرى الشكل بحجم قبضة اليد وبقع بين الرئتين في الجهة اليسرى من التجويف الصدرى، ويتألف من عدد كبير من الألياف المتخصصة ، وأياف عضلاته متفرعة قصيرة مخططة طولياً وغير منفصلة ، بينها اتصال سيتهلازمي يجعلها تعمل كوحدة واحدة. وعضلة القلب عضلة لا ارادية لها القدرة على الانقباض والارتخاء ذاتياً. ولهذا يظل القلب ينبض حتى بعد إزالته من الجسم، إذا ما وضع في محلول غذائي مناسب. كما أن القلب يبدأ بالبض في المرحلة الجنينية قبل تكون نهايات الأعصاب. ولذلك لا يحتاج إلى تأثير للغ العضلة معتقلة عن الجهاز المصبى ولا تستجيب للإشارات المحسبية إلا لتنظيم وتعديل دقات القلب حسب الحاجة.

ربغطى القلب كيس غشائي يسمى التامور Pericardium، يتكون من طبقة خارجية ذات نسيج ليفي وطبقة مصلية تخيط بالقلب وتعمل على وقايته

الفصل السابع : دوران الذمر

وحمايته من الصدمات والاحتكاكات الخارجية. ويوضع شكل (١٩) التامور وطبقتيه الداخلية (الحشوبة) والخارجية (الجدارية) .



١- البطانة الطلاعة الداخلية للأوعية الدموية عـ التامور الحشوى

٢- التأمور الجداري ٥ عضلة القلب

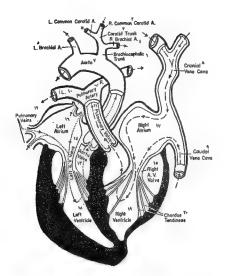
٣- مُرَاغُ التأمود ٣- بطانة القلب الداخلية

شكل (٩٩) التامور المغلف للقلب وطبقتاه الداخلية والخارجية

تركيبالقليب

يتركب القلب في الانسان من أربع حجرات (شكل ٢٠) هي :

ا أذينان ، أيمن وأيسر Right and Left Atria ، وتتصل بكل أذين زائدة
 أذينية الشكل. ولا يوجد اتصال مباشر بين الأذينين إلا في الحالة الجنينية،
 حيث توجد فتحة صغيرة بينهما تسمى الكوة البيضية Foramen Ovale



١- الشريان السياتي الأيسر الرئيسي ۹۱ - صعام راوی ١٢- أوردة راوية ٧- الشربان السياتي الأين الرئيسي ١٣- صماء الأبهر ٣- الجذع السياتي ١٤- الصمام الأذيثي البطيتي الأيسر ٤- الشربان العضدي الأين ه١- الصمام الأذيتي البطيني الأين الشربان المضدى الأيسر ٦- الجلاع الرأسي العضدي ١٩- الأذين الأيسر -4/31 -Y ٧١- الأذين الأين ٨- الوريد الأجوف العلوى (الأمامي) ١٨- البطين الأيسر ١٩- البطين الأين ٩- الوريد الأجوف السفلي (الخلفي) . ٢- الأحال الوترية ١٠- الشريان الرثوي ٢١- العضلات الملمية (أ) الأيسر (ب) الأين شکل (۲۰)

ولهذا يكون الدم مختلطًا في الجنين. لكن لا تلبث هذه الفتحة أن تنلن بعد الولادة.

٢ _ بطينان، أيمن وأيسر Right and Left Ventricles. ولا يوجد أى اتصال مباشر بين البطينين، لكن الأذين الأيمن يتصل بالبطين الأيمن عن طريق صمام ذى ثلاث شرفات غشائية Tricuspid valve. كما يتصل الأذين الأيسر بالبطين الأيسر بصمام ذى شرفتين Bicuspid Valve يسمى الصمامات أنها يسمى الصمام التاجى Mitral Valve ووظيفة هذه الصمامات أنها تسمح فقط بمرور الذم فى اتجاه واحد، أى من الأذنينين إلى البطينين وليس المكس.

ولا يقتصر وجود الصمامات على القلب فحسب بل توجد أيضاً في الشرباتين الرئوى والأبهر. فعند فوهة كل منهما يوجد صمام نصف قمرى Semilmar يفتح عند اندفاع السم من القلب إلى هذه الشرايين وبحول دون عودة الدم إلى القلب أثناء حالة الاسترخاء. كذلك فإن الأوردة مزودة هي الأخرى بصمامات تسمح بمرور الدم بانخاه واحد وتمنع رجوعه بالانخاه المحكسى. وهذا يؤدى إلى أن يسير الدم دائماً في انخاه واحد نحو الأمام نما يسمح له بمتابعة دورته عرجميع أنحاء الجسم.

آلية حركة القلب

لتفسير آلية حركة القلب توجد نظريتان، هما :

 ا نظرية عضلية، وهي تعزو سبب حدوث انقباضات القلب إلى نشاط المضلات فقط.

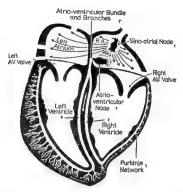
٢ ـ نظرية عصبية، وهي تعزو سبب حدوث انقباضات القلب إلى تأثير عصبى
 من خلال عقد عصبية معينة تنتشر في جدران القلب.

والثابت الآن أن نبضات القلب في الفقاريات ذات طبيعة عضلية، لأنه إذا

أنهات العقد المصبية من جدار القلب فإن القلب يظل ينبض بانتظام. كما أن قلب الطائر يبدأ نبضه ابتداءً من اليوم الثاني لحضانة الجنين، قبل ظهور الخلايا المصبية في جسمه. وعلى الرغم من ذلك فإن الأعصاب المتصلة بالقلب نلمب دورًا هاماً في عملية تنظيم ضربات القلب. فالمصب الحائر مثلا يبطىء من معدل نبضات القلب، بينما تسبب الأعصاب السمبتاوية زيادة ذلك المعلل. كذلك فإن بعض الهرمونات مثل الأدرينالين تؤثر في نبضات القلب.

البحصض

تبدأ حركة القلب في الانسان والثدييات عموماً من منطقة خاصة في المحدار الأذين الأيمن عند عقدة عصبية هي المقدة الجيبية الأذينية Pace المثال الاي المحداد المثال المحداد المحداد



\- الفندة الجبيبة الأذينية (منظم الخطرات) ع- الفرع الأين للحرمة الأدينية البطيئية ٧- الفندة الأدينية البطيئية (- الفرع الأيس للمرمة الأدينية البطيئية ٣- اخرمة الأدينية البطيئية (حرمة هس) ١٣- شبكة تفرعات بركنجي

> شكل (٧٩) موقع العقدة الجبية الأذينية في القلب (ضابط الإيقاع أو منظم الخطوات أو ناظم القلب)

وينتج عن توالى عمليات الانقباض والانبساط (الارتخاء) لعضلة القلب وما يتبع ذلك من مرور الدم فى الأوعية الدموية ما يعرف بالنبض Pulse. هذا ويمكن ملاحظة نبضات القلب بسهولة فى الانسان فى منطقة الشرايين المودة فى الأطراف والقريبة من سطح الجسم. لذلك غالباً ما يقاس نبض الانسان عند منطقة الرسغ، ويتراوح المعدل الطبيعى لنبضات القلب فى الشخص العادى كامل النمو عند الراحة بين ٧٠ - ٨٠ نبضة فى اللقيقة. يهمنه القلب من الدم حوالى ٥٠٠٠ لترا يومياً، وتختلف سرعة النبض حسب المعمر (فى الأطفال أكثر من اللبان والثيوخ) وحسب الجنس (فى الإناث أكثر) وحب النشاط (نزيد كلما زاد الجهود) وحسب الجنس (فى الإناث أكثر)

فغطالسسام

يسرى اللم فى الأوعية اللموية بقوة معينة. فيضغط على جدرانها وتقاوم الأوعية الدموية سريان اللم فيها. وهكذا ينشأ ضغط لللم Blood Pressure على جدران الأوعية اللموية. ويمكن أن يعرف ضغط اللم بأنه الضغط الذى ينشأ نتيجة لدفع القلب اللم فى الأوعية اللموية على هيئة موجات وفقاً لنبضات القلب. وضغط الدم ليس ثابتاً فى جميع الأوعية الدموية بل يقل تدرجيا حتى يصل إلى أقل قيمة له فى الأوردة. ويتحكم فى ضغط الدم ثلاثة عوالم هامة هى:

- ١ _ درجة مطاطية عضلات القلب.
 - ٢ _ درجة مطاطية الأوعية الدموية.
 - ٣ ـ كمية الدم ولزوجته.

ويقاس ضغط الدم بمقدار ارتفاع عمود الزئيق. ويعبر عنه بالمعادلة الآتية:

Systolic Blood Pressure ضغط الدم الانتهاضي

Diastolic Blood Pressure ضغط الدم الانساطي

وهو يقدر في الانسان السليم بنحو تلا ملم زئيق. ويقصد بضغط اللم الانقباضي ضغطه أثناء انقباض عضلات القلب (انقباض البطينين) ودفعه لللم في الشرايين. أما ضغط اللم الانبساطي فيقصد به ضغطه في الشرايين أثناء انبساط القلب (ارتخاء البطينين) والتوقف عن ضغ اللم. ويحدد الضغط الانبساطي الثقل الذي تتعرض له الشرايين ياستمرار بسبب المقاومة التي يلاقيها اللم عند مروره من البطين الأيسر إلى البطين الأيسر قبل أن تفتح الصمامات نصف يجب التغلب عليها بانقباض البطين الأيسر قبل أن تفتح الصمامات نصف مقاومة أكبر يزداد الضغط الانبساطي ، لذلك يقال أن الضغط الانبساطي بمثل حالة الأرعية الدموية. أما الضغط الانقباضي فيمثل كمية الشغل الذي ينجزه البطين الأيسر في التغلب الدي التمال الممليتان الممليتان الممليتان الممليتان المحلية المعروة متظمة وشكلان معا ما يسمى بالدورة القلبية بشقيها نبضة من نبضات القلب.

وعندما يستعمل الطبيب السماعة الطبية عند قياس ضفط اللدم فإنه يميز نوعين من الأصوات أثناء كل نبضة أو دورة قلبية ، الصوت الأول منهما هو صوت انقباض عضلات البطينين وانفلاق الصمامين الأذينيين البطينيين. أما العموت الثاني فيمثل صوت انفلاق الصمامات نصف القمرية أثناء ارتخاء البطينين.

وضغط اللم الانساطى (المقام) هو الأهم طبيا. إذ أن الآفار النامجة عن ارتفاع ضغط الدم تتناسب طرديا مع الضغط الانبساطى لا الانقباضى. والضغط الانقباضى أكثر حساسية للمؤثرات والضغوط الخارجية. يينما الضغط الانقباطى فابت، وبعبر عن الدورة الدموية. ولذلك فإن الواحد ينبغى ألا يشغل نفسه بالضغط الانقباضى لأنه أكثر تغيرك.

وتختلف قراءة معدل ضغط الدم بين الحين والحين إذ أنها تعتمد على عوامل عديدة كالارهاق الجسدى والذهني والتدخين وتناول المنبهات كالقهوة والشاى والحالة النفسية والعمر والجنس وارتفاع نسبة الدهون في الغذاء وفي الدم ومرض السكر وازدياد نشاط الغدة الدرقية. ومع ذلك فإن الجسم يعمل جاهدا على تنظيم معدل ضغط الدم عن طريق الأعصاب المتصلة بالشرايين وهي الأعصاب المقابضة Saso-Constricting Nerves التي تعسمل على انقباض الشرايين، والأعصاب الموسعة Vaso-Constricting Nerves التي تعسمل على انساط الشرايين، والأعصاب الموسعة Juso-Dialator Nerves التي تعسمل على انساط الشرايين،

وبتراوح الضغط الانقباضي عند الأطفال حديثي الولادة من ٦٠ إلى ٩٠ ملم زئبق. ويرتفع عند الأطفال ذوى عشر سنوات إلى ١٠٠ ملم زئبق.

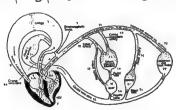
ويصل عند البلوغ إلى ١٩٠٠ ملم زئبق تقريباً. وكلما زاد العمر ارتفع الفغط الانقباضي ولكن بيطء. ويوضع جدول (٢) مدلات كل من الضغطين الانقباضي والانبساطي بالنسبة لسنوات العمر من ٢٠ وحتى ١٠٠٠ سنة.

معدلات ضغط الدم المناظرة لسترات العمر من ٢٠ وحتى ١٠٠ سنة

الانــــاث	الذكيسون		
الاتباني الانسائي	الاتلباني الابسائي	البر	
*97±72 118±196	9.9 ± 76 13.7 ± 123	24 20	
9.1 ± 24 35.4 ± 517	9.0 ± 78 12.6 ± 128	29 - 25	
10.0 ± 73 14.0 ± 120 ·	9.7 ± 79 13.6 ± 126	34 - 30	
10.0 ± 76 13.9 ± 124	10.4 ± 00 14.2 ± 127	39 - 35	
10.6 ± 80 17.1 ± 127	9.5 ± 81 15.1 ± 129	44 40	
11.6 ± 82 19.5 ± 131	10.8 ± 02 16.5 ± 130	49 = 45	
\$2.4 ± 94 21.3 ± 137	11.3 ± 63 19.2 ± 436	54 - 90	
11.8 ± 84 21.4 ± 139	11.7 2.84 18.8 2.136	59 55	
13.0 ± 85 22.3 ± 144	12.4 ± 85 21.1 ± 142	64 ~ 68	
13.8 ± 10 29.0 ± 194	93F±83 3640±143	69 65	
15.J ± 86 25.8 ± 159	15J±82 263±145	74 - 70	
13.1 ± 84 36.3 ± 158	12.9 ± 81 21.6 ± 146	79 - 75	
13.1 ± 83 20.0 ± 157	9.9 ± 82 25.6 ± 145	64 - 80	
17.3 ± 82 27.9 ± 154	14.9 ± 79 24.2 ± 145	89 ~ 85	
12.1 ± 79 23.6 ± 150	17.1 ± 79 23.4 ± 145	94 - 90	
12.5 ± 81 23.5 ± 149	13.7 ± 78 27.5 ± 146	100 - 95	

الدورة الدموية

تبدأ ألدورة الدموية في الانسان بتجمع الدم غير المؤكسج بواسطة الوريد الأجوف العلوى والوريد الأجوف السفلي، ثم يصب هذان الوريدان اللم غير المؤكسج في الأذين الأيمن. كما يتجمع الدم المؤكسج بواسطة الأوردة الرئوية الرئوية الوردة الوحيدة في الجسم التي تنقل دماً مؤكسجاً) ليصب في الأذين الأيسر. وحين يمتلئ الأذيان باللم ينقيضان معاً. فيندفع الدم غير المؤكسج من الأذين الأيسر الأذين الأيمن المؤكسج من الأذين الأيسر للي البطين الأيمن بالدم غير المؤكسج بينما إلى البطين الأيسر بوحكنا يمتلىء البطين الأيمن بالدم غير المؤكسج بينما يمتلئ البطين الأيسر الموحوع الدم في يمتلئ البطين الأيسر بالدم المؤكسج. وتمنع صمامات القلب رجوع الدم في يمتل الانجاه المكسي. ويوضع شكل (٢٢) كيفية دوران الدم في جسم الانسان.



١- الرأس و الأخراف الأمامية - ١٩- الاربان البولي ۱- 100 بن الأون 11- الأيير الباني ١- الكليطن ١- كالنبخ الأوسى 11- البريد البركي ١٢ - الشريان البطش ا- البطود الاين ١٢- التهان الكيم 17- التراين للركلية ٥- البقهر الأيسر -11 11-12₄ 97- الينان والأطراف الما**لية** ٥- التياد الزوي 10 - كالريان للساويلي الأماسي - 12 - الويد الأجرب دانلني aldyll -1 ١٥٠- الربيد الأجرف الأماس 17 - الشعال والمدة والأساء ٧- الأوردة الرثوبة ١٧- الريد الباس A- Ilya, florage 14- الأرباد الكيمية ٩- اللع الرأس الحدي

> شكل (٣٢) الدورة الدموية في جسم الانسان (نقط الأجزاء المنقطة الدم المؤكسج)

هذا وتنقسم الدورة الدموية إلى الأقسام الآتية :

الدورة الدموية الصغرى أو ما تسمى خالباً بالدورة الرثوية (كسفرة الشهدات والمساسات و الفضلات المنطقة الدم وتخليصه من الفضلات الغازية (ثانى أكسيد الكربون) . وتبدأ بضخ الدم غير المؤكسج من البطين الأيمن إلى الشريان الرثوى وفروعه في الرئتين حتى تتم أكسجته هناك. ثم ينقل المدم المؤكسج بواسطة الأوردة الرئوية ليصب في الأذين الأيسر فالبطين الأيسر حيث تبدأ الدورة الكبرى أو العامة.

ـ الدورة الدموية الكبرى أو الدورة العامة systemic Circulation: وهي نهدف إلى دفع الدم المؤكسج إلى جميع خلايا وأنسجة وأعضاء الجسم الختلفة وتبدأ بضخ الدم المؤكسج من البطين الأيسر إلى الشريان الأبهر (الأورطي) الذي لا يلبث أن يتفرع إلى فرعين أساسيين يحملان اللم المؤكسج إلى المجاهين متضادين، الأول ويتجه نحو الجزء الأمامي للجسم لتغليثه، والثاني ويتجه نحو الخلف مكوناً ما يعرف بالأبهر الظهرى (الأورطي الظهرى) ليغذى القناة الهضمية وملحقاتها والكليتين والطرفين اللم

الداورة البابية الكبدية Hepatic Portal System: في هذه الدورة يدخل الدم الشرياني إلى الكبد بواسطة الشريان الكبدى بينما يمر الدم الوريدى في الأوردة الدموية الآتية من المداة والأمعاء والطحال والبنكرياس والمحملة بالمواد الغذائية المهضومة إلى وريد رئيسي يسمى الوريد البابي الكبدى الذى لا يهب في القلب مباشرة وإنما يتجه نحو الكبد ويتفرع بداخله إلى فروع كثيرة جداً تنتهى بشبكة من الشعيرات الدموية التي لا تلبث أن تتجمع ثانية لتكون أوردة صغيرة تتحد معا لتكوين أوردة أكبر فأكبر حتى تكون في النهاية الأوردة الكبدية والتي يصدر الدم منها ويهب في الوريد الأجوف السغلي.

ومن هنا يتضع أن للكبد دوراً رئيسياً في هذه الدورة حيث أنه أتناء ذلك يقوم بوظائفه الفسيولوجية الهامة على المواد الغذائية المهضومة سواء الكريوهيدراتية أو الدهنية أو البروتينية وذلك عن طريق التأكد من سلامتها وطرد المواد غير المرغوب فيها أو السامة قبل دخولها إلى الدورة الدموية في المجسم ثم الكبد. إذن فهو من خلال هذه الدورة يعمل كتقطة تفتيش للتأكد من سلامة وهوية المواد الداخلة إلى الدورة الدموية العامة في الجسم.

٤ _ الدورة الدموية التاجية Coronary Circulation : وهي الدورة التي تزود عضلة القلب ذاتها بالدم. ويموت حوالي ثلث الناس بمرض الدورة الدموية التاجية، وذلك لأن الشرايين التاجية أكثر قابلية للتصلب أو الانسداد مما يسبب الاصابة بنوبة قلبية يتعرض فيها الانسان لخطر الموت. وربما تظهر عليه أعراض اللبحة الصدرية Angina Pectoris إذا كانت الشرابين التاجية مسدودة جزئياً. كذلك فإنه أثناء القيام بالتمارين والأعمال الشاقة يزيد عمل القلب من ١٠ - ١٥ مرة بينما لا يستطيع أن يزيد من تروية نفسه بالدم أكثر من ٥ - ٦ مرات. والدورة الدموية التاجية هي واحدة من أقصر الدورات في الجسم، إذ لا تستغرق أكثر من ٨ ثوان فقط. وفيها يتزود القلب بالدم الشرياني بواسطة شريانين أيمن وأيسر وهما فرعان من الشريان الأبهر (الأورطي)، يتفرعان عنه فوق مستوى الصمام الأبهري ثم يتفرع كل منهما إلى عدد من الشعيرات بحيث يصبح لكل ليفة عضلية شعيرة ترويها. وهذه الشرايين التاجية ليست نهايات شرايين، كما أنه لا يوجد بينها اتصال. والدم الوريدي يجرى في الأوردة التاجية التي تفتح مباشرة في أوعية القلب وفي الوعاء الوريدي التاجي الذي يفتح في الأذين الأيمن بالقرب من العقدة الأذنبة البطينية.

الأوعية الدموية

الأوعية الدموية Blood Vessels هي القنوات التي محمل الدم من القلب إلى أنسجة الجسم المختلفة وبالمكس، وتنقسم إلى شرايين تشكل جهازاً شريانياً وأوردة تشكل جهازاً وريدياً وشعيرات تصل فيما بينهما.

أولا _ الشرايات

الشريان Artery وعاء دموى سميك مرن الجدار ويحمل الدم من القلب إلى الأنسجة بغض النظر عن نوع المدم الذى يحمله سواء كان مؤكسجا أو غير مؤكسج، فالشرايين الرثوية تخمل دما غير مؤكسج، وتزود جدر الشرايين بأعصاب تعمل على ضبط انقباضها وانبساطها بما ينظم ضغط الدم. وتنشأ الشريان الشرايين من البطينين، فينشأ الأبهر (الأورطي) من البطين الأيسر وينشأ الشريان الرؤى من البطين الأيمن، وعند فتحات هذه الشرايين تقع العسمامات النصف قمرية Semilunar Valves والتى تفتح فقط إلى الشرايين فيمنع رجوع الدم عند انساط البطينين.

ويتركب جدار الشريان من ثلاث طبقات :

_ طبقة خارجية تتكون من نسيج ضام مختوى على ألياف مرنة كثيرة.

_ طبقة وسطى تتكون من ألياف عضلية لا إرادية تتحكم بانقباضها وانبساطها في حجم التجويف الداخلي للشريان، وبالتالي تتحكم في كمية اللم المارة فيه. _ طبقة داخلية تتكون من خلايا طلائية بسيطة.

ثانيا_ الأوردة

الوريد Vein وعاء دموى أقل سمكا ومرونة من الشريان ويحمل دما غير مؤكسج أو دما مؤكسجا من أجزاء الجسم المختلفة إلى القلب. وبينما يكون للشرابين نبضات والضغط داخلها مرتفع فإن الأوردة ليس لها نبضات والضغط داخلها منخفض. وتزود الأوردة الكبيرة كتلك الموجودة في الأطراف الخلفية بصمامات تبرز من جدرها الداخلية وعلى مسافات منتظمة وأطرافها الحرة تكون بالجاه القلب فتمنع بذلك ارتداد الدم في الانجاه العكسي.

ثالثا حالشعيرات الدموية

الشميرات الدموية Blood Capillaries هي أوعية دقيقة جداً نصل الشرينات Arterioles والوريدات Venules معاً. ويتكون جدارها من نسيج طلائي الشرينات Arterioles والوريدات Venules معاً. ويتكون جدارها من نسيج طلائي بسيط ذي صف واحد من الخلايا Endothelium تقابل الطبقة الداخلية في كل من الشرايين والأوردة. وتعتبر الشميرات الدموية مفتاح الجهاز الدورى في الانسان لأنها تتميز بخاصية النفاذية التي تسبب سهولة انتشار الغذاء والفضلات بين الم والسائل الحيط بخلايا الأنسجة. هذا وقد أمكن تقييم مجموع أطوال هدالشعيرات الدموية في الانسان بما يزيد عن ٨٠٠٠٠ كيلو متراً.

اللمنف

يسرى فى الجسم سائل يشبه بلازما الدم تقريها، ويختلف اسمه حس موقعه بالجسم. فإذا وجد بين الخلايا سمى بالسائل بين الخلوى Intercellular. به البيان المحلق أوعة خاصة غير الأوعية الدموية سمى باللمف المحلفة المحلفة المحلفة أوعية خاصة تسمى الأوعية اللمفية. وهو يرشح من خلال جلران الثميرات الدموية الدقيقة محملا بالأكسجن والمواد الفذائية وبعض خلايا الدم البيضاء التى تهاجر من الدم لتؤدى وظيفتها فى مناطق مختلفة من الجسم. ويخلو اللمف من خلايا الدم الحمراء والبرونينات حيث أن هذه لا تتمكن من النفاذ خلال جدران الشعيرات الدموية.

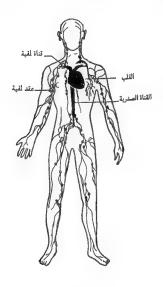
ويمكن إيجاز الفروق بين اللمف والدم فيما يلي :

ـ اللمف سائل عديم اللون تقريبًا لا يحتوى على خلايا الدم الحمراء لكنه يحتوى على خلايا لمفية. _ اللمف يحتوى على قدر من البروتيتات أقل نما في اللم. _ اللمف يتكون كسائل دموى بين خلوى يوشح من خلال الشميرات الدموية الشريانية ثم يسيل ويغمر خلايا الجسم.

للملف أهمية بالغة في الجسم، فهو وسيط بين اللم والأنسجة ويفمر بها فيه من مواد غذائية ذائية وأكسجين خلايا الجسم، وهكدا تتم عملية النبادل بين اللمف وهذه الخلايا، فتتنشر المواد الغذائية الذائية والأكسجين إلى الخلايا التي يلامسها. وفي المقابل فإن الفضلات النيتروچينية وثاني أكسيد الكربون التي يكون تركيزها عالياً في الخلايا تنتشر بيساطة من خلايا الجسم إلى اللمف المحيط بها. أي أنه يمكن القول بأن اللمف يمد أنسجة الجسم بواجتها من مواد غذائية ذائية وأكسجين وهرمونات وغيرها. يينما يحمل منها ونافي أكسيد الكربون إلى المع. ويعد الجسم أن يتخلص منها كالمواد النيتروچينية ونافي أكسيد الكربون إلى المع. ويعد الله عن خلال نفاذ وعودة بعض سوائل اللمف خلال جدران الشعيرات الدموية. وهكذا يساعد اللمف على الوازن الماتي والأسموزي في الجسم. أما ما قد يتخلف من اللمف في الأنسجة بأنه ينفذ إلى داخل أوعية خاصة دقيقة جدا تعرف بالشعيرات اللمفية. وهذه تتميز بكثرة الشقوب بها، فتنفذ من خلالها البروتينات الموجودة باللمف. ويدخل اللمف إلى الدورة الدموية بم القنوات اللمفية.

ويوضح شكل (٢٣) تركيب الجهاز اللمفى لدى الانسان. ويتضح من الشكل أن الشعيرات اللمفية تتحد معاً لتكون أوعية لمفية أكبر فأكبر حتى تكون في النهاية القناتين اللمفيتين الرئيسيتين الصدريتين اليمنى واليسرى واللتين محملان اللمف وتصبانه في الوريدين عمت الترقويين الأيمن والأيسر رمنه إلى الوريد الأجوف العلوى فالقلب فالدورة الدموية العامة في الجسم.

وهكذا نستطيع القول أن اللمف يسير بانجاه واحد فقط في الأوعية اللمفية وأن وجود الصمامات فيها يحول دون ارتداد السائل في الانجاه العكسى، نفيلا عن أن اللمف يتدفق داخل الأوعية اللمفية ببطء كبير (عكس تدفق الدم) وأن انقباض عضلات الجسم المختلفة يقوم بدفع اللمف في أوعيته اللمفية.



شكل (٧٣) الجهاز اللمفي في الانسان

الأعضاء اللمفية

من الأعضاء اللمفية في الجسم الطحال واللوزتان والعقد اللمفية والغدة الزعترية (التيموسية) . ويتركب كل عضو منها من نسيج ضام شبكي يحتوى على خلايا لمفية وخلايا دم بيضاء أكولة وخلايا منتجة للأجسام المضادة. كما قد يوجد ببعضها عدد كبير من خلايا الدم الحمراء كما في الطحال.

1_الطحـــال

الطحال Spleen عضو لمفى مستطيل الشكل مفلطح لونه أحمر قاتم ووزنه في الانسان حوالي ۱۸۰ جرام. وهو يقع في الناحية اليسرى من الجسم أسفل الفسلوع الأخيرة. ويلعب دوراً هاماً في عملية تكوين وهدم عناصر الدم ولا سيما خلايا الدم الحمراء. وأهم وظائفه في الجسم هي:

- ا ـ في المرحلة الجنينية قبل الولادة يساهم مع الكبد في صنع خلايا الدم
 الحمراء، لكنه يفقد هذه الوظيفة بعد الولادة.
- ٢ ـ يقوم بخزن الدم على صورة مركزة ويفرغه في الدورة الدموية في الحالات الطارئة كالنزف والحمل والتسمم بأول أكسيد الكربون.
- " ـ يلعب دورًا في المناعة بفضل وجود العقد اللمفية التي تصنع خلايا الدم
 السضاء اللمفية.
- يعتبر مقبرة خلايا الدم الحمراء بفضل وجود الخلايا البلعمية المبطئة للجيوب الدموية التي تقوم بالتقاط الخلايا الحمراء التالفة من جراء انقضاء أعمارها.
- محل على تنقية الدم من الميكروبات بفضل وجود الجيوب الدموية
 المبطنة بخلايا بلعمية تمتص الأجسام الغرية.

ورغم كل هذه الوظائف التي يقوم بها الطحال فإن الجسم يستطيع

الاستغناء عنه. ولهذا قد يستأصل جراحياً في حالات انفجاره أو تضخمه في أمراض اللوكيميا (سوطان الدم) أو الأنيميا. وعندئذ تقوم الخلايا الشبكية الطائية في أجزاء الجسم الأخرى بتأمين وظائف الطحال.

٢ _ اللوزتان

اللوزتان Tonsils عبارة عن ثلاثة أزواج من التراكيب اللمفية التي لها وظيفة مناعية هامة. إذ أنها مختوى على خلايا لمفية تهاجر إلى الدم بين الحين والحين.

٣_ المقد اللمفية

تأخذ العقد اللعفية Lymph Nodes أشكال حبات الفاصوليا، وأحجامها أصغر أو أكبر قليلا من ذلك. وهي موزعة في أجزاء مختلفة من الجهاز اللعفي. وقد تظهر كتجمعات أيضاً في مناطق من الجسم كالمنق والإبط وعند الفخذين. وللمقد اللعفية أهمية بالفة للجسم حيث أنها تكون الخلايا اللعفية ذات الوظيفة الوقائية.

\$ ــ الغدة الزعترية أو التيموسية

تقع الغذة الزعترية Thymus Gland في جسم الإنسان خلف عظمة القص في أعلى الصدر عند تفرع القصبة الهوائية إلى شعبتين فوق القلب. وهي توجد كبيرة الحجم أثناء مرحلة الطفولة وتزداد في الكبر حتى تصل إلى أقصى حجم لها عند من البلوغ ثم تأخذ في الضمور مع تقدم العمر حتى تختفى في مرحلة الرجولة. ونظراً لأنها عتوى على خلايا لمفية فيقترح أنها تعمل على تكوين المناعة لأجسام الأجنة والصغار. ونما يؤكد ذلك أنه قد استخلصت من هذه الغذة مادة تدعى THF تستخدم لعلاج مرض نقص المناعة للكتسب (الإيدز).

الغصل الثامن التنغــــس Respiration

الفصل الثامن: التنفس

الفصل الثامـــن

التنف____

مفهوم التنفس

التنفس Respiration هو عملية امداد خلايا وأنسجة الجسم المختلفة بالأكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون، ولا يستطيع الانسان الاستغناء عن الأكسجين أكثر من ثوان معدودة، فهو ضرورى لجميع عمليات التغذية وانتاج الطاقة اللازمة لحياة الخلايا. وبدون توفر الأكسجين فإن معظم خلايا المخ عملية تبادل غزي الا تعدى ٥ دقائق. هذا هو المفهوم البسيط للتنفس. ويطلق على عملية تبادل غازى الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الهواء والجسم معطلح التنفس الخارجي External Respiration. أما عملية تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الدم وأنسجة الجسم فيطلق عليها التنفس الداخلي من التفاعلات الكيميائية تتم داخل الخلايا وفيها تتأكسد المواد الغذائية وينتج من التفاعلات الكيميائية تتم داخل الخلايا وفيها تتأكسد المواد الغذائية وينتج عنها انطلاق الطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية للجسم. كما ينتج ثاني أكسيد الكربون الذي يتحتم التخلص منه مع دورة الدم في الجسم. ويطلق على هذا المفهوم الكيميائي التنفس الخلوي Cellular Respiration.

معامل التنفس Respiratory Quatient

يطلق مصطلح معامل التنفس على النمبة بين حجم ثاني أكسيد الكربون

الناخ إلى حجم الأكسجين المستهلك في عملية التنفس. وندل قيمة هذا المعامل على نوع الطعام المؤكسد في الجسم. فمعامل التنفس للكربوهيدران يساوى ١ وللبروتين يساوى ٩٧٩. وللدهون يساوى ٩٧١.

آلية التنفسس

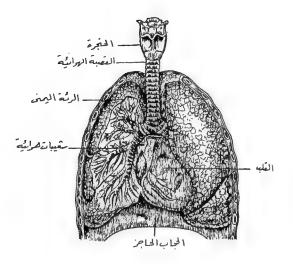
يدخل الهواء إلى الجهاز التنفسي للانسان والثديبات عموماً (شكل ٢٤) بفعل حركة عضلة الحجاب الحاجز، أو بفعل عضلات الضلوع، أو نتيجة لعملهما معاً. وتتميز آلية التنفس إلى عمليتين هما :

ا عملية الشهيق Inspiration

وهي تعنى دخول الهواء إلى الرئتين عن طريق الممرات الهوائية التي تبنأ من فراغ الأنف فالبلعوم فالحنجرة فالقصبة الهوائية فالشعب الرئوية فالشعبيات الرئوية وأخيرا الحويصلات الهوائية. وهناك يتم تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. ويحدث ذلك عندما تنقيض عضلة الحجاب الحاجز، فيقل تخديه أو ينبسط من جهة الصدر. وبذلك يتسع التجويف الصدري، فتتمدد الرئتان تبما لذلك ويتخلخل الهواء الموجود فيهما ويصبح ضغطه أقل من الضغط الجوى للهواء الخارجي، لذا يندفع الهواء الخارجي عن طريق الأنف عبر الممرات الهوائية إلى الرئين.

Y _ عملية الزفير Expiration

وهي عملية معاكسة تعقب عملية الشهيق، وغدث نتيجة لارتداد عضلة الحجاب الحاجز التي تتقوس جهة الصدر لارتخاء عضلاتها. فيقل تبعاً لللك حجم الفراغ الصدرى ويضغط على الرئين وعلى الهواء فيهما، مما يسبب خروج هواء الزفير تتيجة لزيادة ضغط الهواء الداخلي عن الهواء الخابيق. ويسلك هواء الزفير طريق معاكس للطريق التي سلكها هواء الشهيق.



شكل (٢٤) الجهاز التنفسي في الانسان

التظيم العصبي للتنفس

فى النخاع المستطيل عدة مراكز عصبية لأفعال انعكاسية هامة. من هذه المركز التنفسي Respiratory Center. ويرسل هذا المركز المتنفسي المراكز المصبية المركز التنفسي طريق أعصاب معينة إلى عضلة الحجاب الحاجز وعضلات الضلوع فيحفزها على الانقباض. وإذا توقفت هذه الإشارات

العصبية _ بسبب توقف المركز العصبى عن إرسالها _ ارتخت هذه العضلان. وهكذا فإن عدد حركات التنفس وقوتها يتوقفان على ما يرد من المركز التنفسي من سيالات عصبية.

ويمكن تلخيص العوامل التي تؤثر على المركز التنفسي تنشيطاً أو تثبيطاً بعاملين : أحدهما كيميائي يسيطر على حركة الشهيق والآخر عصبي يسيطر على حركة الزفير. ويتم ذلك كما يلي :

- العامل الكعباني: ويقصد به تركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم. فكلما زاد تركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم زاد الحفر المصبى للمركز التنفس، وبالتالي تزداد السيالات المصبية التي يرسلها إلى عضلات الحجاب الحاجز وعضلات الفبلوع المسئولة عن الحركات التنفسية، فيؤدى ذلك إلى شهيق جديد. وإذا كان تركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم قليلا يكون حفز المركز التنفسي قليلا. وبللك تبطؤ الحركات التنفسية.

الهوائية. إذ من المعروف أن جلر الحويصلات الهوائية مزودة بعدد كبير من الهوائية المقصاب التي تتجمع وتتهى إلى المركز التنفسى في النخاع المستطيل نهايات الأعصاب التي تتجمع وتتهى إلى المركز التنفسى في النخاع المستطيل ولهذا فإن انتفاخ هذه الحويصلات وتعدد جدرها يؤدى إلى سريان السيالات العصبية في تلك الأعصاب إلى المركز التنفسى فنشبطه وتجمله يتوقف عن إرسال سيالات العصبية والتي تؤدى إلى انقباض العضلات التنفسية وبالتالي ترتخى العضلات المتواقدة عن الحركات التنفسية فيضيق تجويف الصدر وتعود الحويصلات الحويصلات الهوائية إلى الانكماش ويخرج هواء الزفير. وبعودة الحويصلات الهوائية إلى الانكماش تتوقف السيالات العصبية التي كانت تسرى من جدرها إلى المركز التنفسي ويصبح المركز التنفسي أثناء انتفاضها. وبذلك يتوقف تبيط المركز التنفسي ويصبح عندائل خاضعاً لتأثير أو سيطرة تركيز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الدم عندائل خاضعاً لتأثير أو سيطرة تركيز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الدم وهكذا نستنج أن الأعصاب الحساسة المنشرة في جدر الحريصلات الهوائية لها

تأثير معاكس لما يحدثه تركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم. وبعبارة أخرى تعتبر صمام أمان يمنع عملية الشهيق من تعدى الحد الأمثل المناسب.

أهمية التنفس

تقوم الرئتان من خلال عملية التنفس بعدة وظائف هامة تتلخص فيما يلى : .

١ _ تزويد الجسم بالأكسجين وطرد ثاني أكسيد الكربون.

٢ _ المحافظة على التوازن الحامضي القاعدي أو تركيز أيون الهيدروجين (pH).

٣ المحافظة على توازن حرارة الجسم، وذلك بتقليل حرارة الجسم المرتفعة
 نتيجة لعمليات الاحتراق والبناء والهدم. لذا نلاحظ أن الهواء الخارج من
 الجسم يكون حاراً عما يقلل من حرارة الجسم الداخلية.

تبادل الغازات

يقصد بتبادل الغازات نقل الأكسجين من الرئتين إلى خلايا الجسم ونقل ثانى أكسيد الكربون من خلال الجسم إلى الرئتين. وتقوم خلايا الدم الحمراء بهذه الوظيفة. وعملية تبادل الأكسجين وثانى أكسيد الكربون بين الرئتين والأوعية الدموية، وبين الأوعية اللموية وخلايا الجسم هى عملية معقدة تمر بعدة حواجز هى : جدر الحويصلات الهوائية ثم السائل الخلالي ثم جدر الأوعية الدموية ثم البلازما ثم جدر خلايا الدم الحمراء، لكى تصل إلى المهموجلوبين أو بالعكس.

وقد سبق تفصيل آلية نقل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الفصل السابق (دوران الدم) عند الحديث عن وظائف خلايا الدم الحمراء.

العوامل المؤثرة على عملية التنفس

١ - الاجهاد العضلي

يؤدى الاجهاد العضلي إلى زيادة كمية ثاني أكسيد الكربون في الدم،

ولذلك فلكي يتخلص الجسم من الكمية الزائدة من هذا الغاز لابد من زيادة معدل وعمق التنفس.

٧ _ تركيب الهواء المستشق

من المعروف أن زيادة النسبة المثوية الثانى أكسيد الكربون في هواء التنفى يسبب زيادة في كميته في هواء الرئتين. وهذا يؤثر بالطبع على كيمياء الدم. ولذا يزيد الجسم من معدل التنفس لكى يتخلص من كمية ثانى أكسيد الكربون الزائدة. وهذا ما يحدث بالضبط عند تعرض الانسان لهواء غير نقى في أماكن ردية التهوية.

٣- العنخط الجوى

إذا تمرض الانسان لضغط جوى قليل (أقل من الضغط الجوى المادى) كما يحدث لسكان المناطق الجبلية العالية فإن ذلك يعنى نقصاً في نسبة أكسجين الهواء. وبالتالي يصاب الانسان بالدوخة. فيلجأ الجسم لتمويض نقص الأكسجين بزيادة سرعة التنفس أو زيادة عدد خلايا الدم الحمراء.

نقص الأكسجين Hypoxia

يتعلق هذا المصطلح بمدى ورود الأكسجين إلى الخلايا. وقد تزيد حالة نقص الأكسجين إلى انعدام وصوله إلى الخلايا Anoxia. ولنقص الأكسجين أسباب هي :

١- نقص دخول الاكسجين إلى الجسم: ويسبب ذلك نقص الضغط الجزيئي للأكسجين في اللم (أي نقص تركيز الأكسجين في اللم). ويحدث في حالات المرتفعات المالية جداً حيث ينخفض الضغط الجزيئي للهواء بما فيه الأكسجين، أو استنشاق هواء فاسد يحتوى على كمية ضفيلة من الأكسجين، أو استنشاق هواء فاسد يحتوى على كمية ضفيلة من الأكسجين، أو التنفس السريع، أو أمراض الرئيس والأيسر

" قرالم: ويؤدى ذلك إى نقص الهيموجلوبين المسئول عن نقل الأكسجين. ويكون الفضفط الجزيئي للأكسجين ونسبة تشبعه طبيعيين. ويحدث في جميع أنواع فقر الدم أو التسمم بغاز أول أكسيد الكريون الذي يتحد مع الهيموجلوبين بنفس الطريقة التي يتحد بها الأكسجين معه، ولكن بشراهة تفوق اتخاد الأكسجين بواحد وعشرين مرة نما يؤدى إلى نقص الأكسجين الواصل إلى الأنسجة.

إدافهم: يؤدى التسمم بمادة سامة مثل السيانيد إلى تسمم المصارات الموجودة في الأبسجة فتصبح الأنسجة نفسها معطلة وغير قادرة على الاستفادة من الأكسجين الذي يكون ضغطه الجزيئي طبيعيا ثم يرتفع في الأوردة ليصبح أعلى ما هو في الشرايين.

تأثير نقص الأكسجين

كلما ارتفعنا إلى أعلى اتخفض الضغط الجزيمي للأكسجين وانخفضت نسبة تشبع الدم بالأكسجين. وعند ارتفاع ٢٤٠٠ متراً فوق سطح البحر تتخفض نسبة تشبع الأكسجين إلى ٦٤٠٠. وحتى هذه النسبة تستجيب المستقبلات الكيميائية Chemoreceptors بشكل جيد لهذا النقص في الأكسجين. فتعمل على زيادة التهوية الرئوية. وتستمر الاستجابة حتى ارتفاع المحمد، فتمدل عدل المدوية الرئوية إلى ذورتها وهي ٢٥٠٤ أعلى من الحد الطبيعي. وبعد هذا الارتفاع لا تستطيع المستقبلات الكيميائية زيادة التهوية الرئوية المؤوية عن ذلك

وتبدأ أعراض نقص الأكسجين بالظهور ابتداءاً من ٣٦٥٠ متراً. وأهم هذه الأعراض هي النماس والنعب العضلي والصداع والقيء والشعور بفرط الانشاء. وتشتد هذه الأعراض حدة كلما ازداد الارتفاع. فعند ارتفاع ٧٠٠٠ مرا قد تخدث تشنجات وأحياناً إغماء Syncope.

النصل الثامن: التنفس

وإذا ظل الانسان في المرتفحات فترة من الزمن فإنه يتأقلم تدريجياً. فيقل تأثير نقص الأكسجين على الجسم تدريجياً، ويتم ذلك بزيادة التهوية الرئية لتعويض نقص الأكسجين وزيادة الأوعية الدموية في الرئتين، وزيادة عدد علايا الدم الحمراء، وبالتالي زيادة هيموجلوبين الدم لنقل أكبر قدر من الأكسجين.

الفصل التاسع الاخـــراج Excretion

الفصل التاسع : الاخراج

الفصل التاسيع

الاخـــراج

مفهوم الاخراج

يقصد بالاخراج Excretion التخلص من جميع الفضلات التي تتكون داخل الجسم بما في ذلك بقايا الطعام غير المهضوم ونواج عمليات الأيض. وأهم المواد الاخراجية هي غاز ثاني أكسيد الكربون والمواد النيتروجينية الناجخة من أيض البروتينات والأملاح المعدنية الزائدة عن حاجة الجسم.

وأعضاء الاخراج في أجسام الفقاريات عديدة فهى الجلد والرئتان والكبد والكليتان. ويناط بالكليتين عبء بالغ في الاخراج لتعقد دورهما في عملية تكوين البول.

الجهاز البولي

يلعب الجهاز البولى دورًا هامًا في حفظ توازن خلايا الجسم، وذلك من خلال العمليات الحيوية الآتية :

١ - افراز البول، وبالتالى الحفاظ على توازن الماء في الجسم وطرد الزائد عن حاجته.

٢ ــ التخلص من المواد النيتروجينية على شكل بولينا (يوريا) مع البول.

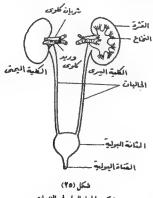
٣ - التخلص من الأملاح للمدنية الزائدة عن حاجة الجسم، وبالتالي التوازن
 الاسموزي لخلايا الجسم.

٤ _ ط د المواد الغريبة التي قد تدخل تيار الدم كالسموم والعقاقير. ه_حفظ تركيز أيون الهيدروجين (pH) عند المعدل الطبيعي.

٦ ـ تنظيم عملية تكوين الدم بواسطة تكوين الهرمون المولد لخلايا اللم الحمراء Erythropoietin الذي يثير نخاع العظام لتوليد خلايا الدم الحمراء.

ركيب الجهاز البولي

ويتركب الجهاز البولي في الانسان وفي الثليبات عموماً من كليتين وحالبين ولئانة بولية وقناة بولية شكل (٢٥).



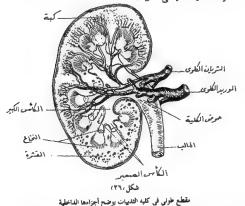
تركيب الجهاز البولي في الثنيات

اولا _ الكليتان Kidneys

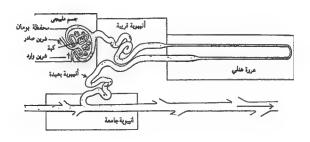
تشبه الكلية حبة الفاصوليا في شكلها. إذ يبدو سطحها الخارجي محدباً والسطح الداخلي مقعرًا وفي وسطه سرة تتصل به قناة الحالب والأوعية الدموية والأعصاب الصادرة والداخلة إلى الكلية. وتقع الكليتان في الجهة الظهرية من

تجويف البطن على جانبي العمود الفقري. وهما مدفونتان مي أنسجة دهنة تعمل على تثبيتهما في مكانهما باستمرار. وغالبًا ما تكون الكلية اليسري أعل قليلا من اليمني.

وتتكون الكلية من طبقتين : خارجية وتسمى القشرة Cortex وهي داكنة الاحمرار لاحتوائها على أوعية دموية كثيرة، وداخلية وتسمى النخاع Medulla وهي تمتد إلى الداخل مكونة بروزات هرمية الشكل تدعى أهرامات ملبيجي Malpighian Pyramids . ويحيط النخاع بتجويف داخلي يعرف بحوض الكلية Kidney Pelvis . ويتصل بحوض كل كلية وعاءان دمويان رئيسيان هما: الشزيان الكلوى Renal Artery الذي يحمل الدم المؤكسج لتغذية الكلية والوريد الكلوى Renal Vein الذي يحمل الدم غير المؤكسج إلى خارج الكلية لكي يصبه في الوريد الأجوف السفلي ومنه إلى القلب. ويوضح شكل (٢٦) الأجزاء الداخلية للكلية في الثدييات.



ومن الناحية التشريحية تتألف الكلية من وحدات أنبوبية صغيرة جدا تسمى الرحدات البولية Nephrones. ويبلغ عددها مليونا وماثنى ألف وحدة بولية. ويفوق هذا العدد حاجة الكلية، ذلك لأن بعضها قد يتمطل أو يفسد. والوحدة المولية هي وحدة التركيب والوظيفة في الكلية. وتبدأ الوحدة البولية في منطقة الفشرة وتمتد إلى منطقة النخاع. ويبين الشكل (٧٧) تركيب الوحدة البولية في في كلية الثديبات.



شكل (۲۷) تركيب الوحدة البولية في كلية الثنييات

وتتركب كل وحدة بولية من الأجزاء التالية:

ا ... جسم ملبيجي Malpighian Corpuscle ، وهذا يتكون من كيس مزدوج الجدار يسمى محفظة بومان Bowman's Capsule تحصر بداخلها مجموعة كبيرة من الشعيرات الدموية، يطلق عليها كبة Afferent Arteriole وهو وتقع هذه الكبة بين شرينين هما الشرين الوارد Afferent Arteriole وهو فرع دقيق من الشريان الكلوى الذي يجلب الدم إلى الكبة والشرين المعادر ومخطة بومان.

الأنيبوبة الكلوية Renal Tubule، وهي عبارة عن أنيبوبة رفيعة جلاً والتوبة،
 وتتميز إلى الأجزاء التالية:

 أ ــ الأنيبوبة القريبة Proximal Tubule، وتشكل الجزء الأول من الأنيبوبة الكلوبة وتقع في قشرة الكلية.

ب _ عروة هنلي Henle's Loop، وهي أنيبوية منحية على شكل حرف U
 وموجودة في نخاع الكلية. وتتألف من فرعين، هابط وصاعد.

جــ الأبيوبة البعيدة Distal Tubule ، وهي توجد في قشرة الكلية . وتصب مع نظيراتها في أنيوبة أوسع تسمى الأبيوبة الجامعة Collecting Tubule .

د ـ الأنيبوبة الجامعة Collecting Tubule ، وهي التي يصب فيها البول من
 عدة وحدات بولية. وتتجه من القشرة نحو النخاع موازية لمروة هنلي ثم
 تفتح بالقرب من أهرامات مليبجي حيث تفرغ محتواها في حوض الكلية
 الذي يجمع البول قبل أن يمر إلى الحالبين ثم إلى المثانة البولية.

Ureters الحاليات Ureters

الحالبان هما قناتا الكليتين اللذان يخرجان منها ناقلين البول من حوض الكلية إلى المثانة البولية. والحالب عبارة عن قناة عضلية أليافها غير إرادية، ويقع نصفها في تجويف البطن ونصفها الآخر في تجويف الحوض.

Urinary Bladder المالة المولية

الثانة البولية هي كيس عضلي يقع في تجويف الحوض ويستخدم لخزن البول بشكل مؤقت حتى يحين تفريغه. ويتكون جدار المثانة من عضلات ملساء. يضيق الجزء السفلي منها ليكون ما يعرف بعنق المثانة الذي يتميز باحتواءه على عضلات دائرية عاصرة تتحكم في اخواج البول. وللمثانة اللقدوعلي الانقباض والانيساط لدرجة أنها تتسع في المعدل لحوالي لتر من البول في آن واحد. وللمشانة ثلاث فتحات، ائتنان منها تتصلان بالحالبين وإلثالة نفتح على الفتحة البولية. وعندما تمتليء المثانة بالبول ينقبض جدارها المقباضات متوالية انداراً باخواج البول. وعند التبول تنقبض عضلاتها وترتخي المضلة العاصرة فيمر البول في مجرى القناة البولية إلى الخارج عبر الفتحة البولية إلى الخارج عبر الفتحة البولية المولية إلى الخارج عبر الفتحة البولية المحارة عبر الفتحة البولية إلى الخارج عبر الفتحة البولية المناتة البولية إلى الخارج عبر الفتحة البولية المعارة عبر الفتحة البولية إلى الخارج عبر الفتحة البولية المحارة عبر الفتحة البولية إلى الخارج عبر الفتحة البولية المحارة عبر الفتحة البولية إلى الخارج عبر الفتحة البولية المحارة عبر الفتحة البولية المحارة عبر الفتحة البولية إلى الخارج عبر الفتحة البولية المحارة عبر المحارة عبر المحارة عبر المحارة المحارة عبر المحارة عبرى المحارة عبر ا

رابعاً القناة البولية Urethera

الفناة البولية هي القناة الموصلة التي تنقل البول من المثانة البولية إلى الفتحة البولية وهي عضلية ملساء. وتشترك عند الذكر في نقل البول والسائل المنوى يهنما عند الأثش تكون خاصة بالبول فقط.

عمل الوحدة البولية

يتمثل عمل الوحدة البولية في تكوين البول الذي يتلخص في ثلاث مراحل هي الترشيع واعادة الامتصاص والافراز.

أولا ـ الترشيح Filteration

نظراً لاختـالاف القطر بين الشرين الوارد Afferent Arteriole والشرين الصادو Efferent Arteriole في الكبة يتكون في شعيراتها الدموية ضغط عال قد يصل إلى ٧٠ ملم زئبق بالمقارنة بحوالى ٢٥ ملم زئبق للضغط الشعيرى في الشعيرات الدموية في سائر أنحاء الجسم. وينتج عن هذا الضغط العالى أن يرشح

الجزء السائل من اللم إلى خارج الشعيرات. فينفذ خلال جدران محنظة بومان، ويسمى هذا الجزء من اللم الخارج من الشعيرات بالراشع Filterate. وهو يتكون بمعدل ١٩٥٥ مل في الدقيقة أي ما يعادل ١٨٥ لتر يوميا، وهذا الراشع يشبه تماماً بالازما اللم فيما عدا خلوه من المواد البروتينية التي لا يمكن الراشع يحوى بالإضافة إلى الماء كمية كبيرة من الجلوكوز والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية والصوديوم والبوتاسيوم والكاور والبيكربونات والهرمونات والمهرمانات فيميا عنها. للدك فقى المرحلة التالية يعاد امتصاص معظم هذه المواد من قبل جدران الأنبوية الكلوية بمعدلات متفاوتة في أجزاءها الأربعة (القرية وعروة هنلي والبعيدة والجامعة). وتبلغ كمية المواد التي يعاد امتصاصها حوالي ١٩٩ من كمية المواد التي يعاد امتصاصها حوالي ١٩٩ من

اليا_ اعادة الامتصاص Reabsorption

يمر الراشع من جدران محفظة بومان إلى الأنيبوبة الكلوبة حيث يحدث فيها اعادة امتصاص الماء والمواد النافعة كالجلوكوز والصوديوم والبوناسيوم والكلور والبيكربونات وغيرها.

٩ .. اعادة امتصاص الماء

تتم اعادة امتصاص الماء في الأنيبوبة القريبة بنسبة ٢٨٨ وفي الأنيبوبتين البعيدة والجامعة بنسبة ٢٨٨ وفي الأنيبوبتين البعيدة والجامعة بنسبة ٢٩٨ ولولا اعادة امتصاص الماء لغمتوى وبالتالى تعرض لخطر الجفاف والموت. وتحافظ اعادة امتصاص الماء على نسبة ماء الجسم ثابتة. ويكون الامتصاص نتيجة لاختلاف في القوى الأسموزية.

وتقع عملية اعادة امتصاص الماء مخت تأثير هرمون يسمى الهرمون المضاد

للادوار ويصنع هذا الهرمون في منطقة نخت السرير البصري التي تقع في قاعدة المخ ثم يتجمع في الجزء الخلفي من الغدة النخامية. ومن هذا الجزء يفرز إلى الدم وينتقل إلى الكليتين حيث يقوم بدوره في أجزاء الأنيبوبة الكلوية، القريبة والبعيدة والجامعة. فيجعل جدرانها شديدة النضوحية للماء. وبذلك ينتقل الماء من أجزاء الأنيبوبة الكلوية الثلاثة إلى اللم. ويحدد تركيز هذا الهرمون في الدم كمية الماء الممتص في أجزاء الأنيبوية الكلوية الثلاثة. وتوجد علاقة بين كمية الماء في الجسم وكمية هذا الهرمون المفرز، فعند زيادة ماء الجسم يقل أو ينعدم افراز هذا الهرمون. وهذا يؤدي إلى جعل جدر أجزاء الأنيبوبة الكلوية الثلاثة غير ناضحة للماء. فتخرج كميات كبيرة من الماء مع المال. وتدعى هذه الحالة بالادرار المائي التي هي وسيلة فعالة للتخلص من الماء الزائد في الجسم. وفي بعض الحالات يقل افراز هذا الهرمون لتلف قد يصيب منطقة مخت السرير البصرى. وهذا يؤدى إلى كثرة الادرار مع كثرة تناول الماء. وتدعى هذه الحالة مرض السكر الكاذب الذي يشبه مرض السكر من حيث الشعور بالعطش وكثرة الادرار. أما عندما تقل كمية الماء في الجسم كما يحدث عند الامتناع عن تناول الماء فإن زيادة تركيز مصل الدم والسوائل الجسمية الأخرى يؤدي إلى تخفيز كل من منطقة مخت السرير البصري والغدة النخامية على صنع وافراز الهرمون المضاد للادرار وبالتالي يؤدي إلى زيادة كمية الماء الممتص من أجزاء الأنبوبة الكلوية الثلاثة بحيث نقل كمية البول الخارج إلى أقل من لتر في اليوم الواحد.

٧ - اعادة امتصاص الجلوكوز

تتم اعادة امتصاص جميع الجلوكوز الموجود في الراشع بعملية النقل النشط Active Transport في الأنيبوبة القرية. وأقصى تركيز للجلوكوز في الدم يمكن اعادة امتصاصه هو ١٨٠ ملجم١٠٠ مل من الدم. وعند مرضى السكر نزيد كمية الجلوكور عن هده القيمة فيخرج الزائد من الجلوكوز مع البول.

٣_ اعادة امتصاص الصوديوم

تبلغ كمية الصوديوم المرشع يوميا حوالى ٥٦٠ جرام، يعاد امتصاص ٥٥٥ جرام منها، ومن ثم تظهر أهمية الكليتين في الحفاظ على معدل الصوديوم جرام منها، ومن ثم تظهر أهمية الكليتين في الحفاظ على معدل الصوديوم الموجود في الراشع (٤٩٠ جرام) في الأنيوية القرية وذلك يعملية النقل النشط. أما الباقي (٦٥ جرام) فيمتص في الأنيويتين البعيدة والجاممة شت سيطرة هرمون الألدوستيرون المفرز من قدرة الغدتين الكظريتين. إذ يؤدى افراز هذا الهرمون إلى اعادة امتصاص الصوديوم بيب نقص افرازه فقدان كمية أكبر من الصوديوم مع البول.

٤ _ اعادة امتصاص الكلوريد والبيكربونات

تؤدى اعادة امتصاص الصوديوم بالنقل النشط إلى اعادة امتصاص أيونات الكلوريد والبيكربونات حيث أن ١٨٠ من الصوديوم يكون مصحوبا بالكلوريد و٢٠ ٪ منه مصحوباً بالبيكربونات.

الافراز Secretion

تعنى هذه المرحلة بالنقل النشط لجزيمات المواد الغريبة أو بعض مخلفات الأيض كمادة الكرياتينين والستيرويدات وحامض ٥ مه هيدروكسي إندول استيك F Hydroxyindole Acetic Acid واليوريا وحامض البوليك (اليوريك) أو بعض العقاقير والمواد الناتجة عنها كالبنسلين أو الأمونيا أو الهيدروجين، وتضاف كل هذه المواد إلى سائل البول الذي يتجمع في حوض الكلية، ومنه ينتقل إلى الحالب ثم إلى المثانة البولية حيث يتجمع هناك. ويقوم بعملية الافراز عنوا المؤيوبة الكلوية في جميع أجزاءها وبالأخص البعيدة والجامعة منها.

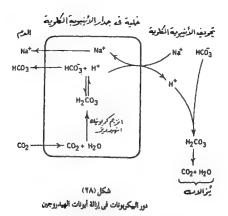
١ ... افراز الهيدروجين

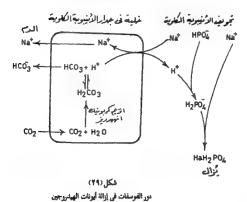
تتكون في الجسم كميات كبيرة من المركبات الحامضية نتيجة لتمثيل المواد الغذائية المختلفة. فتمثيل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون ينتج عنه كمية كبيرة من ثاني أكسيد الكربون، وتمثيل البروتينات الحاوية على الكبرت يؤدى إلى تكوين حامض الكبريتيك، وتمثيل الأحماض النووية والمركبات الفوسفائية المضوية ينتج عنه حامض الفوسفوريك. وتقوم الرئتان بالتخلص من معظم ثاني أكسيد الكربون، لكن إذا ما حدث اضطراب في التنفس فإن ذلك يؤدى إلى حامضية الدم. لذا تقع المهمة حينتذ على الكليتين. فتقوم الكليتان بذلك عن طريق افراز كميات من أيون الهيدروجين في الأنيبوبة البعيدة.

وترتبط عملية افراز أيون الهيدروجين بعملية اعادة امتصاص الصوديوم والبيكربونات والأمونيا والبوتاسيوم عبر جدران الأنيبوبة الكلوية. وتبدأ عملية الانراز بدخول ثانى أكسيد الكربون من السائل البينى ومصل اللم إلى خلايا الأبيرية الكلوية. ويتحد ثانى أكسيد الكربون مع الماء مكونا حامض الكربونيك بمساعدة إنزيم الكربونيك انهيدريز. ثم يتحلل حامض الكربونيك إلى أيون الهيدروجين وأيون البيكربونات. ويفرز أيون الهيدروجين مقابل امتصاص أيون الموزيوم. وتتم العمليتان بالنقل النشط، وهما مرتبطتان معاً. وأيون الهيدروجين الذي سرعان ما يتحلل إلى ثانى أكسيد كربون وماء. وخلاصة هذه العمليات أنه يتم افراز أيونات الهيدروجين وامتصاص أيونات الصدوديوم والبيكربونات. يوضح شكل (١٨٨) دور البيكربونات في افراز الهيدروجين. وبطريقة عمائلة تعمل كل من الغوسفات (شكل ٢٩) والأمونيا (شكل ٣٠) على إزالة أيونات الهيدروجين.

٢ .. افراز الأمونيا

تقوم خلايا الأنبوبة الكلوية خاصة في المنطقتين البعيدة والجامعة منها بنزع الأمونيا من الأحماض الأمينية وبالأخص الجلوتامين، ثم تتحد هذه الأونيا مع أيون الهيدروجين لتكوين الأمونيرم الذي لا يستطيع أن ينفذ إلى الدم من جديد نظراً لشحته الكهربية التي يحملها فيتحد داخل تجويف الأنيبوبة الكلوة مع أيون سالب كالكلوريد ومن ثم يخرج في البول على هذه الصورة.

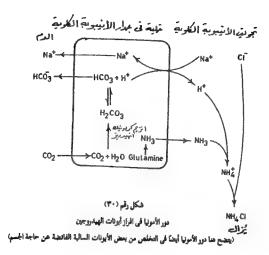




وبذا فإن هذه العملية تعمل على التخلص من الأيونات السالبة الفائضة عن حاجة الجسم. ولولا افراز الأمونيا لتطلب التخلص من الأيونات السالبة الشخلص أيضا من أيونات موجبة كالصوديوم والبوناسيوم التي لا غنى للجسم عنها. ولعملية افراز الأمونيا أهمية كبرى في تنظيم حامضية الدم، إذ لولا هذه المملية لتجمع في البول حامض الهيدروكلوريك ذو التأين العالمي ولأدى ذلك إلى توقف عملية افراز أيون الهيدروجين، ويوضح شكل (٣٠) دور الأمونيا في افراز أيون الهيدروجين، ويوضح شكل (٣٠) دور الأمونيا في

٣ ـ افراز البوتاسيوم

على الرغم من أن جميع البوتاسيوم الذى يترشع خلال محفظة بومان يعاد امتصاصه في الأنيبوبة الكلوية القريبة إلا أن كثيراً ما يلاحظ وجود أيونات البوتاسيوم في البول. هذا البوتاسيوم يفرز من خلايا الأنيبوبة الكلوية البعيدة. ويكون ذلك بالتنافس مع أيونات الهيدووجين وبالتبادل مع أيونات الصوديوم. فإذا زادت كمية البوتاسيوم في اللم أدى ذلك إلى توقف افراز الهيدوجين ومن ثم حلوث حامضية في المدم. وبالعكس إذا زادت حامضية اللم أو انخفضت أدى ذلك إلى انخفاض أو ارتفاع افراز البوتاسيوم على التوالى. لذا فإن افراز البوتاسيوم رهن بررجة حامضية اللم ، ولتنظيم كمية البوتاسيوم في الجمم أثر كبير على كثير من العماليات الحيوية كنبض القلب، فارتفاع تركيز البوتاسيوم في الجمم أثر كبير على كثير من الفعاليات الحيوية كنبض القلب، فارتفاع تركيز البوتاسيوم في المبم أثر كبير على توف القلب.



الغصل العاشو التوازن الحامضي القاعدي Acid-Base Balance

الفصل العاشر: التوازن الحامضي القاجابي

الفصل العاشـــر التوازن الحامضي القاعدي

مفهوم التوازن الحامضي القاعدي

يقصد بالتوازن الحامض القاعدى تنظيم أيونات الهيدروجين في سوائل الجسم، لأن التغير في هذا التركيز ولو كان طفيفاً يؤدى إلى حدوث تغيرات كبيرة في التفاعلات الكيمياتية والخلوية. والتركيز الطبيعي لأيون الهيدروجين (PH) للسائل داخل الخلايا وللدم الدرياني هو ٧,٤٠ وللدم الوريدى هو ٧,٧،٥ وإذا ارتفع هذا التركيز عن ٧,٤٠ يصبح الجسم في حالة قاعدية Alkalosis وإذا نقص عن ذلك يصبح في حالة حامفية Acidosis . والحد الأدني لتركيز أبون الهيدروجين الذي يستطيع أن يعيش به الانسان لعدة ساعات هو ٧، والحد الأقصى هو ٧،٠ ومن هنا تظهر أهمية المحافظة على التوازن الدامضي القاعدى.

وتلعب الأجهزة المنظمة Buffer Systems والرئتان والكليتان أدواراً هامة في تنظيم هذا التوازن والحيلولة دون حدوث الحامضية أو القلوية. وتستطيع الأجهزة المنظمة أن تعمل خلال جزء من الثانية لمنع التغيرات الكبيرة في تركيز أيون الهيدروجين. بينما تختاج الرئتان فترة تتراوح من دقيقة إلى ثلاث دقائق حتى تباشر عملها. أما الكليتان وهما أعظم جهاز ينظم تركيز أيون الهيدروجين في الجسم فلا يعملان قبل مضى عدة ساعات من أجل تعديل تركيز هذا الأيون.

النصل العاشر: التوازن الحاسض المناعدي

Buffer Systems الجهزة النظمة

الأجهزة المنظمة هي عبارة عن سوائل في الجسم يحتوى كل منها على مزيج من مركبين كيمياليين يتحد مباشرة مع الحامض أو القاعدة فيمنع التغيرات الكبيرة في تركيز أيون الهيدروجين.

ارا _ جهاز اليكربونات المنظم The Bicarbonate Buffer System

هو مزيج من بيكربونات الصوديوم NaHCO₃ وحامض الكربونيك _{Pa}H_CO₃ الفنميف. فإذا أضيف حامض قوى مثل الهيدروكلوريك HCl إلى محلول منظم يحوى البيكربونات فإنه يتحد مع البيكربونات معطياً حامض الكربونيك الفنميف الذي يمنع تغير تركيز أيون الهيدروجين:

ومن جهة أخرى إذا أضيفت قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم NaOH إلى محلول منظم فيه بيكربونات يحدث التفاعل الآتي:

وهنا نرى أن أيون الهيدروكسيد قد اتخد مع أيون الهيدروجين وتكون الماء ومركب آخر هو بيكربونات الصوديوم. فالمحصلة النهائية إذن هي تخول القاعدة القوية هيدروكسيد الصوديوم NaOH إلى قاعدة ضعيفة هي بيكربونات الصوديوم NaHCO.

النيا _ جهاز الفوسفات المنظم The Phosphate Buffer System

هو مزيج من الفوسفات HPO4 وحامض الفوسفوريك H3PO4. ويعمل

نفس عمل جهاز البيكربونات. فإذا أضيف حامض قوى مثل HCl فإنه يستبل بحامض الفوسفوريك الضعيف. وبالتالي يكون تغير الرقم الهيدوجيني قليلا نسيا.

$$HCl + Na_2HPO_4 \longrightarrow NaCl + NaH_2PO_4$$
 $Output$
 $Output$

وإذا أضيفت قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم NaOH فإنها تستبدل بقاعدة ضعيفة. وبالتالى لا يحدث إلا تغير طفيف فى الرقم الهيدروجينى باغجاء القاعدية:

ويتمنخل هذا الجهاز المنظم .. كما ذكر .. خلال ثوان فقط من بدء الاضطراب الحامضي القاعدي.

ثالثا _ جهاز البروتين المنظم The Protein Buffer System

هو أكثر الأجهزة المنظمة وفرة في جسم الانسان ويعمل مثل البيكربونات. ويتركب من الأحماض الأمينية التي يحتوى بعضها على شقوق حامضية حرة (COOH) ويحتوى بعضها على شقوق قاعلية حرة OH وتقسم الأخيرة (TH₂OH إلى OH و H₁O حيث تتحد الـ OH مع "H وتعطى الماء O_HO فينقص تركيز أبون الهيلروجين ولا يتغير تركيزه بانجاه الحامضية إلا قليلا.

رابعاً الرنتان Lungs

إذا عجزت الأجهزة المنظمة عن تصحيح الاضطراب الحامضي القاعدى تدخلت الرئتان لمنع تغير تركيز أيون الهيدروجين (pH) عن طريق ريادة معدل

THE RESIDENCE OF THE PROPERTY OF THE PROPERTY

التهوية لطرد مزيد من ثاني أكسيد الكربون. وتتدخل الرئتان خلال ٣-٤ دقائق من بدء الاضطراب الحامضي القاعدي.

ويلمب ثانى أكسيد الكربون دوراً هاماً في ارتفاع أو انخفاض تركيز أيون الهيدروجين لأنه يتحد مع الماء فينتج حامض كربونيك ضعيف يلعب دور المُدلاً. فإذا انخفض تركيزه ارتفع تركيز أيون الهيدروجين وانخفضت درجة الحامضية. أما إذا ارتفع تركيز ثاني أكسيد الكربون فيقل تركيز أيون الهيدروجين وبالتالي ترتفع درجة الحامضية.

خامسا _ الكليتان Kidneys

عند تغير تركيز أيون الهيدروجين تخرج الكليتان بولا حامضياً أو قاعدياً. وبذلك تساعد على إعادة تركيز أيون الهيدروجين. ويتم ذلك عن طريق تثبيت تركيز البيكربونات في الدم عند معدل ٣٦ - ٣٨ mEq/ لتر. وتقوم الكليتان بهذه الرظيفة من خلال الطريقتين الآنيتين:

١ _ افراز مباشر للأحماض أو القواعد

ويتم ذلك بأن تفرز الكليتان أحماضاً بولية رقمها الهيدووجيني بصل إلى \$ ، مثل حامض الفوسفوريك ذى الرقم الهيدووجيني ، ٢٨ والكرياتين ذى الرقم الهيدووجيني ٥. وفي المرتفعات العالية وعند النباتيين تتجمع كميات كبيرة من القواعد في الدم مثل بيكربونات الصوديوم والبوتاسيوم فتقوم الكليتان بالتخلص منها مباشرة مع البول.

٢ _ المحافظة على المحتوى القاعدي

تخافظ الكليتان على المخزون القاعدى، خاصة اليكرونات الفعالة في تعادل Acidosis الأحماض. ويسمى انخفاض المخزون القاعدى في اللم بالحامضية Acidosis يينما تسمى زيادة مخزونها بالقاعدية Alkalosis. وتقوم الكليتان من أجل

موازنة البيكرپونات بما يلي :

أ _ اعادة امتصاص تام للبيكربونات من الراشح الكبي.

ب _ التخلص من الفائض من البيكربونات في الجسم.

جــ تجديد ما فقد من مخزون البيكربونات بواسطة التخلص من أيونات الهيدروجين أو الأمونيا.

الفصل الحادي عشر الجهاز العصــــبي

Nervous System

النصل الحادي عشر ؛ الجهاز العصبي

النصل الحادي عشر الجهاز العصـــــبي

وظائف الجهاز العصبى

الجهاز المصيى Nervous System هو أكثر أجهزة الجسم تعقيداً. فهو
يتحكم في أنشطة جميع وظائف هذه الأجهزة، وينسق أعمالها بدقة بالغة عن
طهق استقباله للمعلومات من البيئة الخارجية أو البيئة الداخلية ثم الاستجابة لها.
كما أنه مسؤول ليس فحسب عن استجابات الكائن الحي بصفة عامة وعن
استجابات الانسان بصفة خاصة؛ الواعية واللاواعية أيضا بما فيها الذكريات
والمواطف والأفكار. وهو أيضاً مركز مهم لأعضاء الحس والبصر والسمع والذوق
والألم والتفكير والكلام والارادة. وهو بالاشتراك مع الفدد الصماء يعمل على
جعل الجسم ثابتاً عتزناً.

السيج العصبى

يتألف النسيج المصبى من عدد كبير من الخلايا المصبية Neurones التى تضطلع بكل الوظائف الرئيسية للجهاز العصبي. وبين الخلايا المصبية تقع خلايا أخرى تسمى خلايا الغراء المصبى Neuroglia Cells، وظيفتها الأساسية نقل الغذاء والأكسجين إلى الخلايا العصبية ونقل الفضلات من الخلايا المصبية إلى الذم.

النصل الحادي عشر : الجهاز العصبى

الخلية العصبية

الخابة العمسية Neurone هي الوحدة التركيبية والوظيفية للنسيج العمس. وهذه الخلايا متخصصة جداً وتختلف في أحجامها وأطوالها وأشكالها. فقد تتواوح ما بين بضعة ملليمترات إلى بضعة أمتار. فتصل في الزرافة إلى خمسة أمتار وفي الحوت عشرة أمتار. وتوجد بشكل رئيسي في المخ والنخاع الشركي والعقد المصبية، بينما تمتد محاورها وتشعباتها لتنتشر في أجزاء البحسم المختلفة. وتتصف بخاصيتي التنبه والنقل. ويتم النقل فيها دائماً بانجاه واحد من الزوائد الشجرية Dendrites إلى المحري المصبي. المحديدة لا تصوض، إذ أن الكائن الحي يولد مزوداً بكافة خلاياه العصبية. وفي أيضاً لا تنقسم.

وتتركب الخلية العصبية من الأجزاء التالية (شكل ٣١):

Body of Neurone الحلية _ ١

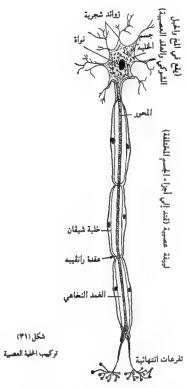
ويحتوى على النواة والسيتوبلازم الذى يحوى الميتوكوندريا وأجهزة جولجى والريبوسومات وأجسام نسل. ولا تختوى الخلية العصبية على جسم مركزى (ستريول). وهذا هو السبب في أنها لا تنقسم.

P _ الزوائد الشجرية Dendrites

وهى عبارة عن استطالات سيتوبلازمية تخرج من جسم الخلية، وتتناقص أقطارها كلما ابتمدنا عن جسم الخلية. وتشعباتها غزيرة كي تزيد من السطح المعرض لاستقبال المنبهات من التشعبات الطرفية للخلايا التي تليها.

Axone الحور العصبي

وهو يتكون نتيجة لاستطالة إحدى الزوائد الشجرية، وينتهى بعدة تفرعات



انتهائية، ويتراوح طوله ما بين بضعة ملليمترات وبضعة أمتار. وغالباً ما يغلف بغمد نخاعى Myelin Sheath ، عبارة عن غشاء خلوى مكون من دهون ويوتين تكونه خلايا خاصة تعرف بخلايا شيقان Schwann Cells. وهي مخيط بالغمد النخاعى الذى يتقطع على أبعاد متتابعة بعدد من الاختناقات

النصل الحمادي حشر الجامهاز العصبي

تعرف بعقد راتقييه Nodes of Ranvier. وعبر هذا الغمد يتم تبادل الأيونان عند انتقال النبضات العصبية Impulses. كما يحيط بالغمد النخاعي طبقة رقيقة تغلفه من الخارج تعرف بالغشاء المصبي Neurolemma ، الذي يحمى الليفة العصبية من القطع إذا ما تعرضت للجذب الشديد وتفرزه خلايا شيئان أيضا. ويعمل المحور العصبي على نقل النبضات العصبية (السيال العصبي) Impulses من جسم الخلية إلى منطقة التشابك العصبي Synapsis . وتفرع نهاية المحور العصبي لتكون ما يعرف بالتفرعات الانتهائية المحمد Arborization.

أنواع اخلايا العصبية

تقسم الخلايا العصبية حسب وظيفتها إلى ثلاثة أنواع هي :

Sensory Neurone عسية حسية _ ١

الخلايا العصبية الحسية هي المتصلة بأعضاء الاستقبال. وتنتشر عادة في الجلد وأعضاء الحس الأخرى كالمين واللسان والأذن والأنف. وتعمل على نقل المنبهات من عضو الاستقبال إلى الجهاز العصبي المركزي.

Motor Neurone عمية حركية

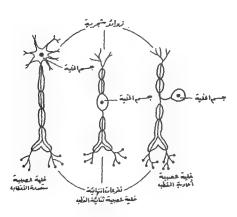
الخلايا العصبية الحركية هي المتصلة بأعضاء الاستجابة كالعضلات والغدد. وتعمل على نقل الأوام العصية من المخ إلى تلك الأعضاء.

الما عمبية وسطية أو بينية Intercalated Neurone

وهى تعمل كحلقة وصل بين الخلايا الحسية والحركية. إذ تقوم بسلم النبضات العصبية (السيال العصبي) من عضو الاستقبال وتسلمه إلى الخاية الحركية أو العكس.

كما تقسم الخلايا العصبية حسب عدد المحاور الاسطوانية التي تنشأ من جسم الخلية إلى ثلاثة أنواع (شكل ٣٣) هي :

- إ خلية عصبية وحيدة القطب Unipolar Neurone : وهى ذات محور اسطوانى
 واحد.
- ب علية عصبية ثنائية القطب Dipolar Neurone: وهي ذات محورين
 اسطوانين.
- ب خلية عصبية حديدة الأقطاب Multipolar Neurone: وهي ذات تفرعات شجرية غزيرة. وهذه هي النوع الشائع بين خلايا النسيج العصبي.



ذكل (٣٧) أنواع الحالايا العصبية حسب عدد الحاور الاسطوانية التي تختأ من جسم الخلية

النصل الحادي عشره الجهاز العصبى

تركيب الجهاز العصبى

يتركب الجهاز العصبي في الانسان من قسمين أساسيين هما: - الجهاز العصبي المركزي: ويقسم إلى الدماغ والحبل الشوكي.

- الجهاز العصبي الطرفي: ويقسم إلى ثلاث مجموعة من الأعصاب شوكة ومُخية وذاتية.

أولا ـ الجهاز العصبي المركزي

1 - الدماغ Brain

يعتبر الدماغ أكبر عضو عصبى فى جسم الانسان. ويتركب من ١٢ بليون خلية عصبية أو أكثر. ويزن حوالى ١٤٠٠ جرام. وهو يحصل على معظم المواد الغذائية اللازمة له ويتخلص من الفضلات عن طريق الدم. وقلل جدًا من هذه المواد يكون عن طريق السائل النخاعى الذى يمادُ عجاويفه بما فيها القناة المركزية. ويستخدم الجلوكوز في الدماغ كمصدر لانتاج الطاقة.

ويحيط به ثلاثة أغشية تسمى السحايا Meninges ، تعمل على حمايته من المؤفرات الخارجية. والأغشية هي :

- الأم الجافية Dura Mater: وهو غشاء سميك ليفي يتصل بعظام الجمجمة.
- الأم الحنون Pia Mater: وهو غشاء رقيق جداً يحيط بالمنح مباشرة وتنتشر فيه أوعية دموية كثيرة لتغذية المخ.
- سالفشاء العنكبوتي Arachnoid Membrane: وهو غشاء مصلى شفاف يقع بين الغشائين السابقين. ويتصل بهذا الغشاء فراغ يسمى الفراغ عمل عند العنكبوتي Sub-arachnoid space عملوء بسائل خاص يسمى السائل النخاعي Cerebrospinal Fluid يعمل على وقاية الحبل الشركي من الاحتكاك والصدامات الخارجية.

ويتركب الدماغ من ثلاثة أجزاء رئيسية (شكل ٣٣) هي :

Prosencephalon or Forebrain الدماغ الأمامي

وهو يتكون من :

المنع المنافر و المنافر و

 السوير البهسوى Thalamus: وهو يرتبط بالقشرة الخية، ويعتبر مركزاً لتنظيم وتجميع السيالات المصبية القادمة من جميع أعضاء الحس (ما عدا الشم) وتوصلها إلى قشرة المخ.

ـ تحت السرير البصرى Hypothalamus : وموقعه كما يدل اسمه عجت السرير البصرى وفوق الغدة النخامية. وهو يتصل عصبياً مع الفص الخلفي للغدة النخامية ووعائياً مع الفص الأمامي لها. وهو يقوم بالوظائف التالية :

ـ تنظيم حرارة الجسم.

الفصل الحادي عشر: الجهاز العصبى

ـ تنظيم أنشطة الجسم مثل الشعور بالعطش والجوع والنوم وتخريك الرغبان.

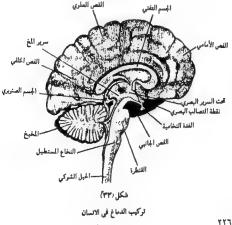
ـ له علاقة بالتنظيم الأسموزي لسوائل الجسم بما فيه تنظيم المحتوي المائر..

ـ يعتبر مركزاً هاماً لضبط الجهاز العصبي الذاتي ANS ، لأن معظم ارتباطاته العصبية تكون مع هذا الجهاز.

ـ مصدر لاقراز هرمونين هامين هما : الهرمون المضاد للادرار ADH الذي يسمى أيضاً بالهرمون المقلص للأوعية الدموية Vasopressin والهرمين المعجل للولادة أوكسيتوسين Oxytocin.

ــ مصدر افراز الهرمونات المحفزة للغدد الأخرى مثل: الهرمون المحقز للغدة الدرقية RTSH والهرمون المحفز للحوصلة RFSH والهرمون المحفز لتكيير الجسم الأصفر RLH والهرمون المحفز لافراز هرمون النمو RGH والهرمون المحفز لهرمون البرولاكتين R Prolactin .

_ تنظيم افراز مواد مثل الكاتيكول أمين Catecholamines



ر الدماغ الأوسط Mesencephalon or Midbrain

وهو يتكون من :

_ الفهين البصرين Poptic Lobes : وكل منهما منقسم إلى قسمين، مما يجعلهما يأخلان هيئة بروزات حلمية الشكل. ويسمى هذا الشكل بالجسم الرباعي Corpora Quadrigemina . ويعتبر الفصان البصريان مركزاً لمرور الاحساسات البصرية.

_السويقتين الثيتين المنيتين Cerebral Peduncles : وهما يصلان المنع بالقنطرة التى تقع في الدماغ الخلفي. وهما يقومان بنقل الرسائل العصبية من وإلى المخ. وتلف سويقة مخية واحدة يسبب شللا في الجهة المعاكسة من الجسم.

جــ الدماغ الحلقي Rhombencephalon or Hindbrain

وهو يتكون من :

.. اظميخ Cerebellum : ويقع أسفل نصفى الكرة الخيين. ووظيفته تنظيم وتنسيق الحركات الجسمية وحفظ توازن الجسم. وهو يتكون من نصفى الكرة الخيخيين Cerebellar Hemispheres وجزء وسطى صغير يربط بينهما ويسمى الفص اللودى Vermis.

القطوة Pons: وهو انتفاخ يقع أسفل المخ وفرق النخاع المستطيل مباشرة، وتصل النخاع المستطيل والمخيخ بالدماغ الأوسط. والقنطرة هي طريق لنقل السيالات المصبية، ويوجد بها مراكز عصبية يمتقد أن لها علاقة بالانفمالات النفسية، كما يوجد فيها مركز عصبي له علاقة باغلاق جفون المينين تلقائياً في حالة تعرض المين لضوء مبهر.

- النخاع المستطيل Medulla Oblongata : وهو الجزء الذي يصل بين الدماغ والحبل الشوكي. وهو يعتبر امتداداً للحبل الشوكي داخل الجمجمة.

ويختلف تركيبه عن تركيب المنح والخيخ إذ أن المادة السنجابية تقع في الداخل والمادة البيضاء تقع في الداخل والمادة البيضاء تقع في الداخل والمادة البيضاء تقع في التنفس وتعمل على تنظيم دقات القلب وحركة المعدة والأمعاء وتنظيم افراز العصارة المعدة واللماب والبلع والاستفراغ والعطش والسمال. ويعتبر حلقة وصل هامة تنقل الملومات العهبية الحسية من الحبل الشوكي إلى المنح وتنقل الأوامر الحركة من المنح المناخ إلى المنح وتنقل الأوامر الحركة من المناخ إلى المنح وتنقل الأوامر الحركة

Y _ الحيل الشوكي Spinal Cord

هو حيل عصبي أبيض اسطواني يمر بداخل القناة الشوكية الفقرية Vertebral Canal . ويحيط به نفس الأغشية التي تخيط بالدماغ وهي : الأم الجافية والأم الحون والنشاء المتكبوتي. وهو يشبه في تركيبه النخاع المستطيل حيث تقع المادة السنجابية في الداخل والمادة البيضاء في الخارج. ويخرج من الحول الشوكي على مسافات منتظمة ٣١ زوجاً من الأعصاب الشوكية، لكل عصب منها جلران:

- جادر ظهرى Dorsal Root : ويحتوى على أعصاب الحس ويعمل على نقل الرسائل العصبية من أعضاء الاستقبال في الجسم إلى الحبل الشوكى ثم المخ. - جادر بطنى Ventral Root : ويحتوى على أعصاب حركية ويتقل الأوامر الحركية من المخ إلى أعضاء الاستجابة كالمضلات أو المندد.

ثانياً _ الجهاز العصبي الطرقي Prepheral Nervous System PNS

ويعمل على ربط الجهاز العصبى المركزى بجميع أجزاء الجسم. وهو يتركب من ثلاث مجموعات من الأعصاب: شوكية ومغية وذاتية.

 ١- الأعصاب الشوكية Spinal Nerves : وهي ٣١ زوجاً تخرج من الحبل الشوكي على مسافات منتظمة وهي :

٨ أزواج من الأعصاب العنقية ١٢زوجا من الأعصاب الصدرية ه أزواج من الأعصاب القطنية ه أزواج من الأعصاب العجزية

Cervical Nerves تغذى منطقة العنق. Thoracic Nerves تغذى منطقة الصدر. Lumbar Nerves تغذى منطقة القطن. Sacral Nerves تغلى منطقة العجز. زرج واحد هو العصب العصعصى Coccygeal Nerve يغذى منطقة العصعص.

* الأعصاب الخية Cranial Nerves : وهي ١٢ زوجاً تخرج من المخ. وتقسم عادة إلى ثلاثة أقسام هي:

> الأعصاب ١، ٢، ٨ حسية والأعصاب ٣، ٤، ٢، ١٢ حركية والأعصاب ٥، ٧، ٩، ١٠، ١١ مختلطة (أي حسية وحركية) وهذه الأعصاب هي:

الأول : العصب الشمى Olfactory Nerve : ويخرج من الجزء الأمامي لنصفى الكرة الخيين. ويؤدى تلفه إلى فقدان حاسة الشم. الثانسي : العصب البصري Optic Nerve : وتنتشر فروعه في شبكية العين.

ويتقاطع العصبان البصريان في نقطة تسمى التصالب البصرى Optic Chiasma

الثالبيث: العمب المحرك للعين Oculomotor Nerve وهو يخرك عضلات العين وينظم حجم كرة العين. ويؤدى تلفه إلى هبوط الجفن Ptosis وإدواجية الرؤية Ptosis

الرابسيع: العصب البكري Trochlear Nerve : وهو يحرك عضلات العين وتلفه يؤدى إلى ازدواجية الرؤية.

الحامس: العصب التوأمي الشلائي Trigeminal Nerve: وهو عصب مختلط يحتوي على ألياف حسبة إلى الفم واللسان وحركية إلى عضلات المضغ.

النصل الحاني عشر : الجهاز العصبي

السادس: العصب المبعد للعين Abducent Nerve : وهو يحرك العن حركة جانبية. وتلفه يؤدى إلى حدوث الرؤية المزدوجة والحول.

السابع : المصب الوجهى Facial Nerve : وهو يحرك عضلات الوجه والغم وينبه افراز اللعاب. وتلفه يؤدى إلى شلل نصف الوجه.

الثامسن : العصب السمعي Auditory Nerve : وهو يتصل بالأذن وسؤل عن السمع والتوازف وتلفه يؤدى إلى العلرش والإخلال بالتوازف

العاسمع: العصب اللسانى البلمومى Glossopharyngeal Nerve: وهو مسؤول عن اللوق وعن حركة البلموم.

العاضر: العصب الحائر Vagus Nerve: وهو مسؤول عن الرئتين والمعدة والحنجرة والأمعاء والكبد.

الحادى عشو: العصب الإضافي Accessory Nerve: وهو مسؤول عن حركة الرأس والأكتاف.

الثاني عشر: العصب نحت اللساني Hypoglossal Nerve: وهو يعمل على تخريك اللسان.

 ٣- الأعصاب الذاتية Autonomic Nerves: وهي أعصاب حركية تنظم أنشطة جميع أعضاء الجسم التي لا تخضع لإرادة الانسان كحركة القلب والمدة والأماء وجدر الأوعية الدموية.

ووظيفيا ينقسم الجهاز العصبي الطرفي إلى :

الجهاز العصبى الجسمى Somatic Nervous System: وهو يشمل أعصاب
 حسية وأخرى حركية تنتشر كلها في العضلات الهيكلية والجلاء وهو مسؤول عن الحركات العضلية الإرادية.

الجهاز العصبى اللاي Autonomic Nervous System : وهو يشمل
 أعصاب حركية فقط لا تخضع لإرادة المخ. وتنتشر كلها في الأعضاء

الداخلية كالمعدة والأمعاء والكبد والقلب والرئتين والغدد والجهاز البولى التناسلي وجدر الأوعية الدموية فتحركها حركة آلية. وباختصار فإن هذا الجهاز مسؤول عن تنظيم وتوازن وثبات الوسط الداخلي للجسم.

ويقسم الجهاز العصبي اللماتي من الناحية التركيبية والوظيفية إلى :

_ الجهاز العصبى الودى (السمبتاوى) Sympathetic Nervous System : وتتصل أليافه العصبية بالمنطقة الصدرية والمنطقة القطنية من الحيل الشوكي.

_ الجهاز المصبى نظير الودى (الباراسمبتاوى) Parasympathetic Nervous والمنطقة manufo : وتتصل أليافه العصبية بالجهاز العصبى المركزى بالمخ والمنطقة العجية من الحبل الشوكي.

وتفذى معظم الأعضاء الداخلية في الجسم بفروع عصبية من كل من الجهازين السمبتاوى والباراسمبتاوى. وهما يتماكسان في تأثيرهما، فحيث ينبه أحدهما نشاط عضو ما فإن الآخر يعمل على تثبيطه والعكس صحيح.

السيال العصبى

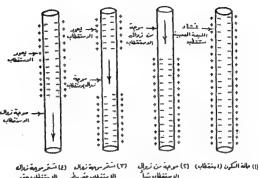
يقصد بالسيال المصبى انتقال النبضات المصبية Nerve Impulses من موقع إلى آخر في الجهاز العصبى. وتتضمن عملية انتقال السيال المصبى مجموعة من التغيرات الكهروكيميائية التي تمر بالتنابع خلال الليفة المصبية أو عبر منطقة التشابك المصبى بين الخلايا المصبية المتجاورة Synapsis.

أولا _ خلال الليفة العصبية

يفسر انتقال السيال العصبي خلال الليفة العصبية على شكل موجات من زوال الاستقطاب Depolarization يعقبها استقطاب Polarization شم زوال استقطاب وهكذا. ويتم ذلك على غشائي الليفة العصبية الداخلي والخارجي.

ففي حالة السكون يكون غشاء الليفة العصبية موجب الشحنة الكهربية على سطحه الخارجي، وسالب الشحنة الكهربية على سطحه الداخلي. وتنتج هذ الشحنات الكهربية من وجود أيونات الصوديوم والبوتاسيوم الموجبة خارج النشاء وأيونات الكلوريد السالبة داخل الغشاء. ويقال عن غشاء الليفة العصبية في حالة السكون هذه أنه مستقطب كهربيًا، أي له قطبان موجب وسالب. ويرجع وجود هذا الاستقطاب إلى خاصية النفاذية الاختيارية التي تتميز بها أغشية الأليان العصبية. وألناء حالة السكون يعمل الغشاء على منع مرور تلك الأيونات الموجية والسالبة من خلاله فلا تحدث حالة التعادل بينها. لكن عندما يحدث تنبيه أو إثارة للليفة العصبية في أي جزء منها فإن الغشاء يفقد خاصية النفاذية الاختيارة في هذا الجزء، أي يصبح منفذاً للأيونات الموجبة والسالبة، فتمر من خلاله وتعادل بعضها البعض. وبذا يزول استقطاب الغشاء عند هذا الجزء. وتقفز الأيونات الموجودة على جزء مجاور من الغشاء لم يتم تنشيطه بعد، من خلال الجزء غير المستقطب السابق لتعادل بعضها البعض. وبذلك يصبح هذا الجزء هو الآخر غير مستقطب. وهكذا تقفز الأيونات من جزء ثالث وآخر رابع... - فتستمر العملية على طول الليفة العصبية بأكملها. وبعد أن يجتاز السيال العصبي جزءًا معينًا فإن الغشاء يستعيد قدرته على النفاذية الاختيارية مرة أخرى. وكذلك يعود الاستقطاب عند هذا الجزء مرة أخرى.

وتتشابه جميع السيالات المصبية في طبيعتها ولا تختلف عن بعضها إلا فيما تسببه من تأثيرات في الأعضاء التي تنتهي إليها. فإذا كانت الليفة العصبية تنتهى في إحدى المضلات حدث انقباض فيها. وإذا كانت تنتهى في غلة حدث افراز فيها. أما إذا كانت الليفة العصبية تنتهى ملامسة للزوائد الشجربة في خلية عصبية أخرى في منطقة تشابك عصبي Synapsis تولد سيال عصبى في هذه الخلية العصبية الأخيرة. ويوضع شكل (٣٤) كيفية انتقال السيال العصبي خلال الليفة العصبية.



) علمه السلون (اجتصطاب) - (٢) صوحه من بريال - - (الاستقطاء بيكر عشأ ول الليفة الشعبية

شكل (٣٤) اعقال السيال المصبى خلال الليقة المصبية

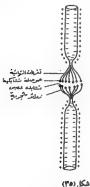
ثانياً .. عبر منطقة التشابك العصبي

يعرف التشابك العصبي بأنه اتصال وظيفي وليس بروتوبلازمي بين أغشية التفرعات الانتهائية في الخلية المصبية وأغشية التفرعات الشجرية لخلية عصبية مجاورة، أي أن الخلايا العصبية لا تتشابك فيما بينها نسيجيا وإنما وظيفيا، حيث يوجد بين نهايات الأعصاب للخلية المصبية الواقعة قبل التشابك وجسم الخلية المصبية الواقعة بعد التشابك فجوة تدعى فجوة التشابك المصبي

النصل الحلاي حشر ؛ الجملز العصبي

Synaptic Cleft . وفي نهاية الخلية المصبية قبل التشابك توجد حويصلات على شكل عناقيد قريبة من الغشاء وتسمى حويصلات تشابكية Synaptic في شكل عناقيد قريبة من الغشاء وتسمى حويصلات الكيميائية (الاستيل كولين والأدرينالين) التي تتكون في المصب.

وعند وصول السيال المصبى إلى خلايا قبل التشابك العصبى تنطاق الناقلات الكيميائية من الحويصلات التشابكية إلى فجوة التشابك العصبى مما يزيد من أسموزية غشاء خلايا بعد التشابك. وبناء على ذلك يصبح الغشاء بعد التشابك في حالة زوال الاستقطاب وينشأ فرق في الجهد. فتمر السيالات المصبية من التفرعات الانتهائية لخلية عصبية إلى الزوائد الشجرية للخلية المصبية الجاورة. وعليه فإن مرور السيالات العصبية يتم في انجاه واحد فقط عبر منطقة التشابك العصبي. ويوضح شكل (٣٥) كيفية انتقال السيال العصبي عبر منطقة التشابك العصبي.



Reflex Action الفعل الاتعكاسي

يمرف الفعل الانعكاسي بأنه فعل يحدث استجابة لمؤثر معين يؤدى إلى مرور سيال عصبي من العضو الحسى إلى الجهاز العصبي المركزي ممثلا في الحبل الشوكي دون تدخل مباشر من المخ. وفي الجهاز العصبي المركزي يمكس السيال العصبي مرة أخرى ليصل إلى عضو استجابة فيستجيب للمؤثر.

ويتكون الفعل الانعكاسي من مرحلتين هما:

١ ـ تستقبل المستقبلات الحسية Sensory Receptors المعلومات من البيئة الخارجية أو الداخلية للكائن الحي. وتدخل تلك المعلومات على شكل طاقة حرارية أو ضوئية أو كيميائية. ويعرف ذلك بالمنبهات Stimuli.

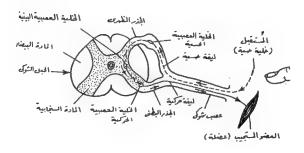
٢ _ يقوم الجهاز العصبى المركزى بتقييم هذه المعلومات. فإذا كان لابد من استجابة Bffectors استجابة الاستجابة على كالمضلات أو الغدد لتقوم بالعمل اللازم.

Reflex Arc القوس الانعكاسي

القوس الانمكاسي هو الموقع في الجهاز المصيبي المركزي الذي يصل إليه سيال عصبي من عضو حسي ثم ينمكس فيه هذا السيال إلى عضو الاستجابة محدثاً فعملا انمكاسياً لا يخضم للإرادة. وأبسط الأفعال الانمكاسية التي لا تخضع للإرادة بل تنجم عن القوس الانمكاسي هو لمس شيء ساخن يدفع بالجسم على الفور إلى الابتعاد السريم عنه.

ويشتمل القوس الانعكاسي على المناصر الآنية (شكل ٣٦): 1 ـ خلية عصبية حسية : وهي التي تستقبل المؤثر بواسطة زوائدها الشجرية ثم تنقله بعد ذلك عن طريق محورها إلى الخلية العصبية البينية. ٧ ـ خلية عصبية بينه: وهي توجد في المادة السنجابية بين القرنين الظهرى والبطني للحبل الشوكي ولها زوائد شجرية قصيرة تمتد في الجزء الظهرى للحبل الشوكي، ومحور قصير يمتد في الجزء البطني للحبل الشوكي. وتقوم هذه الخلية بترجمة السيال الحسى الوارد إليها إلى مؤثر حركي.

٣ علية عصبية حوكية: وهي توجد في القرن البطني للحبل الشوكي ولها زوائد شجرية قصيرة في جانبها العلوى، ومحور طويل يمثل الليفة الحركية وبمتد في الجذر البطني للمصب الشوكي ثم خلال الجدع الرئيسي للمصب الشوكي ذاته ثم في الفرع الحركي لذلك العصب إلى أن ينتهي في العضو المستجيب الذي يكون عادة عبارة عن عضلة أو غذة تستجيب للمؤثر بطريقة ملائمة



شکِل (۳۹) القوس الانعکامی

الغصل الثاني عشر التوازن الهرمـــوني Hormonal Co-Ordination

النصل الثاني عشره التوازن الهرموني

THE STATE OF THE PARTIES AND T

الفصل الثانى عشر التوازن الهرمسونى

إنواع الغدد في الجسم

في الجسم ثلاثة أنواع من الغدد هي:

ا _ غند قنوية أو لا صماء Duct Glands

وهى تسمى أيضاً بالفدد ذات الافراز الخارجي Exocrine Glands. وتختوى على قنوات خاصة تصب بواسطتها الافرازات إما خارج الجسم مثلما في الفدد المرقية أو الفدد الدمية أو داخل الجسم مثلما في الفدد اللمايية.

Ductless Glands إلى غلىد لا قتوية أو صبعاء

وهى تسمى أيضاً بالغدد ذات الافراز الناخلى Endocrine Glands. وليست لها قنوات خاصة بها. بل تصب افرازاتها مباشرة فى اللورة الدموية فتؤثر تأثيراً تنظيماً على تركيب آخر فى موقع آخر من الجسم حسب طبيعة الافراز. وتسمى افرازات هذا النوع من الغدد بالهرمونات. والمالم بند Endocrine Glands فى هو أول من استخدم لفظة الغدد ذات الافراز الداخلى Endocrine Glands فى أوائل القرن العشرين مستمداً معناها من اللغة الإغريقية (اليونانية القديمة): داخلى Krinein = to separate أوائل . قرمن أمثلتها السرير

الفصل الثاني عشراء التوازن الهرموني

البصرى والغدد النخامية والدرقية وجارات الدرقية والكظرية والصنوبرية والوعتي; والقلب.

Mixed Glands غدد مختلطة _ ٣

وهذه مجمع بين النوعين السابقين. إذ لها قنوات خاصة، وفي نفس الوت تصب افرازاتها في الدم مباشرة كما في البنكرياس والغدد الجنسية.

الغدد الصماء Endocrine Glands

أولا .. علاقة الغدد الصماء بالجهاز العصبى

تقوم الغدد الصماء بالعمل على التوازن الهرمونى للجسم، وذلك نن خلال افرازها للهرمونات العديدة والمختلفة، والتي تنظم كافة أنشطة الجسم وعملياته الجيوية. وتخضع كل هذه الأنشطة والعمليات الجسمية للتأزر والتنامق بين الجهازين المهرمونى (الغدد الصماء) والعصبي. لذا يرتبط عمل كلا الجهازين بمحضهما ارتباطا وثيقاً. إذ أن وظائف الغدد الصماء نفسها تقع شحت الحائيز المنظم للجهاز العصبي. ويقوم تحت السرير البصرى Hypothalamus بربط كل من الجهازين، فيعمل على يخويل الإشارات العصبية إلى إشارات هرمونية وذلك بفعل الخصائص الافرازية لبعض الخلايا العصبية التي تدخل في تركيه.

ثانيا_ الهرمونات Hormones

كان العالم ستارلنج Starling هو أول من استخدم كلمة هرمون Hormone في عام ١٩٠٥ مستمدًا مدلولها من أصلها اليوناني القديم (الإغريقي) الذي يعنى الإثارة أو الاستغزاز: Hormone = exciting or setting

والهرمونات ببساطة هي مواد عضوية يثألف بعضها من البروتين المعقد ومفها من المركبات البسيطة كالأحماض الأمينية أو الستيرويدات. وعلى إغم من أن الهرمونات توجد بتراكيز منخفضة جدًا في الدم أو في الأنسجة، الأنها رتبط بكافة التنظيمات الحيوية والأيضية في الجسم، بل وتسيطر بفعالية على جميع الوظائف الفسيولوجية في الجسم. وبناءً على ذلك فإنه إذا حدث لى خلل في افراز أحمد هذه الهرمونات فإن ذلك يؤدى إلى حموث نتائج غير م غوبة.

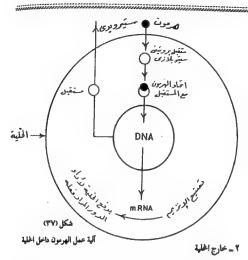
ويمكن أن يعرف الهرمون كالتالي: هو الوسيط الكسميال الذي يُخلُّق بواسطة تركيب محدد في الجسم، ويفرز مباشرة في تيار الدم ليحمل إلى جزء آخر في الجسم كي يمارس عليه تأثيراً تنظيمياً حيهياً.

آلية عمل الهرمونات

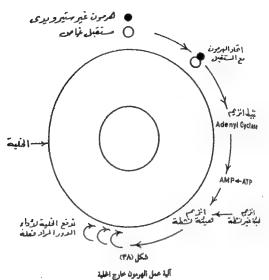
تعمل الهرمونات داخل الجسم من خلال آليتين، إحداهما داخل خلوية والأخرى خارج خلوية.

ارداخل اغلية

تنطبق هذه الآلية على الهرمونات الستيرويدية وهرمونات الفدة الدرقية. إذ عند دخول الهرمون إلى داخل الخلية فإنه يتحد مع مستقبل بروتيني ستوبلازمي Receptor. وينتقل الإثنان معا إلى داخل نواة الخلية حيث يعملان على تصنيع إنزيم يدفع الخلية إلى التصرف بأداء الدور المراد فعله، ثم يعود المستقبل بعد ذلك إلى خارج الخلية لإحضار المزيد من الهرمون. ويوضح شكل (٣٧) آلية عمل الهرمون داخل الخلية



تنظيق هذه الآلية على عمل بقية الهرمونات. فلا يدخل الهرمون الخلية، لكنه يؤثر على جدارها من الخارج حيث لكل هرمون مستقبل خاص به يتلقى تأثيره. فيتحدان مما عند جدار الخلية من الخارج. ويعمل هذا على تنشيط إنزيم أدينيل سيكليز Adenyl Cyclase الموجود في جدار الخلية. فيقوم هذا الإنزيم بتحويل أدينوسين ثلاثى الفوسفات ATP إلى أدينوسين أحدادى الفوسفات AMP. ويقوم هذا الأخير بنفس العمل الذي يقوم به MRNA غللك يسمى أحياتًا الرسول الثاني Protein Kinase. فيممل على شويل إنزيمات ممينة مثل Protein Kinase من هيئة غير نشطة إلى هيئة نشطة، نما يدفع الخلية إلى أداء الدور المراد فعله. ويوضح شكل (٣٨) آلية عمل الهرمون خارج الخلية.



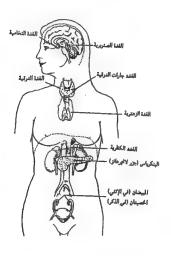
الله حمل المال موالة احاله

ثالثًا ــ أتواع الغدد الصماء

تتميز الغدد الصماء في الجسم إلى اثني عشر نوعًا (شكل ٣٩) هي:				
Hypothalamus	- يحت السرير البصرى			
Pituitary Gland	م الغدة النخامية			
Thyroid Gland	حالغدة الدرقية			
Parathyroid Glands	∠ الغدد جارات الدرقية			
Adrenal or Suprarenal Glands	الغدتان الكظريتان أو فوق الكلويتين			
Pancreas	البنكرياس			
Sex Glands (Testes or Ovaries)	- الغدد التناسلية (الخصيتان أو المبيضان)			

النصل الثاني عشر: التوازن الهرموني

المثيمة المثيمة المثيمة Gastrointestinal Glands (المعدة والأمماء). عدد القناة الهضمية (المعدة والأمماء). Pineal Glands
Thymus Gland (التيمومية) المفدة الرحترية (التيمومية) Heart



شكل (٣٩) أنواع الفلد العنماء ومواقعها في جسم الانسان

1 ـ تحت السرير البصري Hypothalamus

كان يعتقد من قبل أن الغدة النخامية هي الفدة الوحيدة التي تتحكم في افرازات بقية الغدد الصحاء، لكن تبين أن الغدة النخامية هي نفسها واقعة تحت ميطرة تركيب نسيجي هام يقع خحت المنح الأوسط وفوق الغدة النخامية ويسمى هذا السرير البصرى Fypothalamus. ويفسرز هذا التركيب عدة هرمونات عهبية منشطة ومثبطة تتحكم في افراز كثير من الغدد الصحاء الأخرى، وذلك من خلال تأثيره على نشاط الغدة النخامية. إذ يفرز هذا التركيب تلك الهرونات العصبية في الدم ثم يرسلها إلى الغدة النخامية لتقنن افرازاتها.

ولا يكتفى تحت السرير البصرى بتنظيم أنشطة الغدد الصماء عن طريق الهرمونات العصبية التى تفرز مع تيار الدم، بل يؤثر فى أنشطة تلك الغدد بشكل مباشر عن طريق النبضات العصبية التى يرسلها من خلاياه. ويلعب هذا التركيب دوراً هاماً فى تنظيم درجة حرارة الجسم والتنظيم الأسموزى لسوائله وتنظيم الأيض. وهو أيضاً مسؤول عن تنظيم اليات الشرب والعطش والجوع والهضم، ويؤدى دوراً غير بسيط فى الأنشطة التناسلية والدوم والاستيقاظ وفى رد الفعل للمؤثرات الخارجية كالحر والبرد والألم والانفعال وللمؤثرات الداخلية كالهستامين والسموم. ويبلغ عدد الهرمونات المصبية التى يفرزها تحت السرير البصرى التى عشر هرمونا، يختزن بعضها فى الفص الخلقى للغذة السرير البصرى التى عشر هرمونا، يختزن بعضها فى الفص الخلقى للغذة من الغذة الذائمية ويطال إلى الفص الأمامى من الغذة النخامية لكى يحفره على افراز هرموناته.

وأهم الهرمونات التي يفرزها حجت السرير البصري هي:

الهرمون محور الغيروترويين (Thyrotrophin Releasing Hormone (TRH : يحقز هذا الهرمون افراز الهرمون المحفز للغذة الدرقية TSH من الغذة النخامية.

النصل الثاني عشر؛ التوازن الهرموني

- الهومون معور الهومونات المخلوة للمناسل (Gnadotrophin-Releasing Hormone (GnRH). يحفر هذا الهومون المحافز المحوصلة يحفر هذا الهومون المحفر المحرصلة الحجوم والمهومون المحفز لتكوين الجسم الأصفر (LH) من الفص الأمامي للغدة التخامية.
- ــ الهرمون محور هرمون النمو Growth Hormone Releasing Hormone (GHRH). يحفر هذا الهرمون افراز هرمون النمو من الفص الأمامي للفذة النخامية.
- ـ هرمون سرمانوستاين Somatostatin: يعمل هذا الهرمون على تثبيط إفراز هرمون النمو من الفص الأمامي للغذة النخامية.
- ــ الهرمون محرر هرمون البرولاكتين Prolactin Releasing Hormone (PRH) : يحفز هذا الهرمون افراز هرمون البرولاكتين من الفص الأمامي للغدة النخامية .
- -الهرمون منط هرمون البرولاكتين Prolactin-Inhibiting Hormone (PIH): يثبط هذا الهرمون افراز هرمون البرولاكتين من الفص الأمامي للغذة النخامية.
- الهرمون المغرافه المغلقين الكظريين الكظريين الكظريين الكظرة الكفار، (والذي يحفز هذا الهرمون افراز هرمون الكورتيكوتروبين، المشط لفنتي الكظر، (والذي يسمى أحياتاً أدينو كورتيكوتروبين Adrenocorticotrophic Hormone أو احصاراً ACTH من الفص الأمامي للفندة النخامية.

Pinatary Gland الغدة النخام

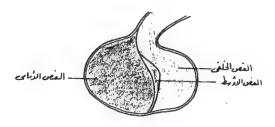
الفنة النخامية هي أهم الفند في الجسم، وتؤثر على جميع الفند الأعرى (من خلال تأثير تخت السرير البصرى عليها). لذا تدعى سيدة الفند. كما يطلق غليها أحيانًا رئيسة الكورس Chief of Orchestre، وعلى الرغم من كذلك فهي صغيرة كحجم وشكل حبة الحمص وتقع أسفل المنخ في قاع الجمجمة بداخل نقرة صغيرة في العظم الوتدى تسمى السرج التركي Sella كالجمعمة بداخل نقرة صغيرة في العظم الوتدى تسمى السرج التركي Turcica عماية على الجسم.

وتتألف الغدة النخامية من ثلاثة فصوص؛ أمامى وأوسط وخلفى (نكاره). وينيب الفص الأوسط في كل من الانسان والحوث.

أ النص الأمامي Anterior Lobe

وهو الجزء الأكبر والهام من الغدة النخامية. ويفرز ستة هرمونات، لها لهمية كبيرة في نمو الجسم وتنظيم أنشطته خاصة الجنسية منها، وهذه الهرمونات هي:

مون النمو Growth Hormone (GH) أو Growth Hormone (GH). هرمون النمو هو المسؤول عن النموء إذ يؤثر مباشرة على كل الأنسجة بعا فيها العظام والغضاريف والعضلات. كما أنه يؤثر أيضًا على أيض البروتين والكروهيدرات والدهون بحيث يخدم غرض النمو فهو يحفو الأيض البنائي



شكل (٤٠) قطاع طولي في الفقة النخامية يين أجزاءها التلالة

للبروتين Anabolism، ويثبط عملية هدم جزئ الحامض الأميني، ويغبط عملية تكوين الدهن في الجسم Lipogenesis، كما يعمل على غرير الأحماض الدهنية من النسيج الدهني الخزون في الجسم، ويقلل من استعمال الخلايا للجلوكوز كمصدر للطاقة. بل إنه يشجع على استعمال الأحماض اللهنية الحرة لهذا الغرض بدلا من الجلوكوز فيزيد معدل الجلوكوز في الدم وبالتالي يحفز افراز هرمون الإنسولين من البنكرياس. لكن إذا استفدت قدرة خلايا بيتا البنكرياسية على إنتاج الإنسولين يظهر مرض السكر. وقد ثبت أن هذا الهرمون يزيد من تراكم الجليكوجين في خلايا العرفلات.

وإذا تقص افراز هرمون النمو في سن مبكرة يحدث ما يعرف بالقزامة Dwarfism. وإذا نقص افرازه بعد البلوغ يحدث منا يعرف بالطفالة Infantalism. وإذا زاد افرازه خلال مرحلة العبا فإن ذلك يؤدى إلى العملقة Giantism. أما إذا زاد افرازه أثناء مرحلة البلوغ فإن ذلك يؤدى إلى ظهور ضخامة الأطراف Acromegality.

الهورون الملو للبن Prolactin, Lutotrophin or Lactogenic Hormone : يعمل هذا الهرمون على تخفيز الغدد اللبنية لكي تصنع اللبن، وليس لكي تفرزه. كما أن له علاقة مباشرة في إظهار غريزة الأمومة عند الأم. وهو يعمل بالتأزر مع هرموني الاستروجين والبروجستيرون على نمو الثديين عند الحمل.

ومن الطريف أنه قد وجد لهذا الهرمون علاقة مع بطانة حوصلة الطوور. إذ عند معاملة الطائر بهرمون البرولاكتين وجد أن الطبقة المخاطية المبطئة لحوصلته قد ازدادت سمكا وتضخمت خلاياها وتراكمت بها كميات من الذهن، ثم انفصلت واختلطت مع محتويات الحوصلة مكونة ما يعرف باللبأ أو لبن الحوصلة Crop Milk الذي يستخدم لتغذية الصغار. ـ الهرمون الطفؤ للغنة الدوقية Thyrotrophin or Thyroid Stimulating Hormone. [754]: يحفز هذا الهرمون الغدة الدوقية لافراز هرمون الثيروكسين.

ياهرمونان الهفارات المعناسل Gonadotrophins or Gonadotrophic Hormones : الهذين الهرمونين تأثير ضخم على فعالية الهرمونات التناسلية المفرزة من المبيض. والهرمونان المحفوان للمناسل هما :

إلى المون الهذو المحوصلة Follicle Stimulating Hormone (FSH): في الأنفى يحفز هذا الهرمون المبيض لإنتاج ونمو حوصلات جراف التي تنتج البويضات في النهاية. وفي الذكر يحفز عملية تكوين الحيوانات المنوية.

ية الهرمون الخفز لتكوين الجسم الأصفر (LH) على Luteinizing Hormone (LH) على إتمام نضوج البويضة ومن ثم انفجار حوصلة جراف وخووج البويضة وتكوين الجسم الأصفر Corpus Lateum محل حوصلة جراف بعد انطلاق البويضة منها، وذلك لكى يمنع افراز بويضات أخرى، ويعمل الجسم الأصغر بالإضافة إلى عمله ذلك، على افراز هرمون اليووجيستيرون Progesterone الذى يلعب دوراً كبيراً في الدورة الشهرية للأنثى بما في ذلك تهيئة بطانة الرحم لاستقبال البويضة.

ويوجد الهرمون المحفز لتكوين الجسم الأصفر LH في الذكر أيضاً، غير أن لا علاقة له هنا بالجسم الأصفر. إذ لا يوجد في الذكر جسم أصفر حيث لا لا علاقة له هنا بالجسم الأصفر. إذ لا يوجد ميان الذكر جسم أصفر والتي يوجد مبيض. يل يتعلق دوره بالتأثير على خلايا لا يدح Leydig Cells والتي تسمى أبضاً بالخلايا البينية Testosterone فيصفرون المحفرة المحافرة المسلول عن إيراز الصفات الذكرية الثانوية. لذلك فإن الهرمون المحفر لتكوين الجسم الأصفر LH يطلق عليه أحيانا الهرمون المحفر المتعان المدتون الجسم الأصفر LH يطلق عليه أحيانا الهرمون المحفر المتعان الدلايا البينية (Interstitial Cell - Stimulating Hormone (ICSH)

- الهرون الخفز المغنين الكتابين الكتابين المعارض (ACTH). وهو ينشط قشرة يسمى هذا الهرمون أيضاً كورتيكوتروبين Corticotrophin. وهو ينشط قشرة الفدنين الكتاريتين لافراز هرموناتهما. وله قدرة على إحداث تأثير متعدد المجوانب، فهو يرفع فاعلية إنزيم الفرسفوريليز وإنزيم الليبيز وإنزيم الليبيد وجيئيز المختص بنزع الهيدروجين من جلوكوزيات فوسفات. وكذلك ينشط تصنيع المجروتين والأحماض الزوية، إلا أن الوظيفة الرئيسية لهذا الهرمون في الجسم تتمثل في تنظيم شدة التصنيع الحيوى للكورتيكوستيرويدات بواسطة الفدتين الكناريتيكوستيرويدات بواسطة الفدتين

_الهرمن الفغز للخلايا الملونة Melanocyte (Melanophore) Stimulating Hormone غلم المجلد وذلك من (MSH): يعمل هذا الهرمون على تخفيز الخلايا الملونة في الجلد وذلك من خلال افراز صبغة الميلانين التي تصبغ الجلد باللون المناسب حسب الظروف البيئية التي يعيش فيها الكائن الحي. ويعتقد أن هذا الهرمون يقتصر على البرمائيات فقط. كما يرى بعض العلماء أن الفص الأوسط من الغلة النخامية هو الذي يفرز هذا الهرمون.

ب_ الفص الحلفي Posterior Lobe

وهو فص صغير لا يفرز أى هرمون، وإنما يستقبل الهرمونات المفرزة من شحت السرير البصرى Hypothalamus ويخزنها ثم يقبوم بافرازها. وهذه الهرمونات هى:

الهومون معجل الولافة أو الأوكسيومين Oxytocin : يصمل هذا الهرمون على تنظيم تقليمات الرحم. فيوقفها أثناء الحمل ويزيدها عند الولادة من أجل اخراج الجنين. لهذا يستعمله الأطباء أثناء الولادة لتسهيلها. وله أهمية في إيقاف النزف الدموى الذي يحدث بعد الولادة والمرتبط باسترخاء الرحم. كما أن لهذا الهرمون أثراً كبيراً في اندفاع اللبن عبر قنوات القدد اللبنية في الثلاي الحلمة استجابة لعملية الرضاعة. وليس لهذا الهرمون أي دور في الذكور.

البرون القلم الأوعة الدمية Vasopressin أو المضاد لإدرار البول Vasopressin وبسبب المرادة الدمية وبسبب القلب والأوعة الدمية، وبسبب ارتفاع ضغط الدم الله يستخدم لرفع ضغط الدم أثناء إجراء بعض العمليات الجراحية التي يهبط فيها ضغط دم المريض. ويعمل هذا الهرمون على تنظيم إدرار البول من خلال إعادة امتصاص الماء الذي يوجد براشح الدم في الأينوبات الكلوية. لهذا فإن نقص افرازه يسبب ازديادا كبيرا في إدرار البول. ويعمد خذلك عطش شديد لتعويض فقد الماء مع التبول، ويعموض هذا المدض السبح الكافرة. ويعموض هذا

جند الفص الأوسط Intermediate Lobe

لا يسرف للفص الأوسط من الغدة النخامية دور واضع حتى الأن فى الافراز الهرمون المحفوز للخلايا الملونة . Melanocyte Stimulating Hormone (MSH)

Thyroid Gland الغدة الدرقية - "

يستمد اسم الفدة اللرقية من شكلها الذي يشبه الدرقة. إذ تكون الكلمة من مقطعين أولهما: Thyroes وتعنى Oblong Shield أي الدرع المستطيل أو اللهقة المستطيلة أما المقطع الثاني eidos فيعنى Form أي شكل أو هيئة. وتتكون الفدة الدرقية من فصين جانبيين يصل بينهما جزء يعرف بالبرزح. ويقع الفصان على جانبي الجزء العلوى من القصبة الهوالية أو الجزء السفلي من الحجرة. ويتأثر حجم هذه الفدة ويتغير تركيبها بعدة عوامل أهمها: السن والجنس ودرجة الحرارة والتفلية ونسبة اليود في الغذاء. والعامل الأخير يعد أهم هذه العوامل.

وتفرز الغدة الدرقية الهرمونات الآتية:

_ الثيروكسين Thyroxin

لهذا الهرمون مركبان مشتقان منه، يفرزان أيضاً من الغدة الدرقية كهرمونين وهما: ثنائي أبودو الثيرونين (Diiodothyronine (DIT) وثفرز الهرمونات الثلاثة يخت تأثير الهرمون الثيرونين (TTT) Triodothyronine (TTT) . ونفرز الهرمونات الثلاثة تخت تأثير الهرمون الحفز للخدة الدرقية (TSH) الذي يفرز من الفحل الأمامي للغدة النخامية . ومن العجيب أن ارتفاع معدل الثيروكسين في الدم هو الذي يعنع افراز الهرمون المحفز للغدة الدرقية TSH).

وللهرمونات الثلاثة أهمية ترجع إلى أنها:

_ تسرع من معدل التنفس الخلوى (أكسدة الغذاء)، وبالتالى تزيد سرعة التحول الغذائي في الجسم، فيزداد استهلاك الأكسجين، ويزداد انطلاق الحرارة من الجسم.

_ يعمل مع هرمونات أخرى على نمو ونضج الجسم. ويشمل هذا نمو ونضج العظام والأسنان والنضوج الجنسي والأنشطة العقلية.

تغربونالكالسيتونين Calcitonin

يممل هذا الهرمون على منع تخلل العظام، وذلك من خلال خفض معدل الكالسيوم والفوسفور في الدم. وعمل هذا الهرمون يعاكس عمل هرمون الغدد جارات الدرقية. وقد استخدم بنجاح في علاج حالات ارتفاع الكالسيوم في الدم Hypercalcemia. ويزداد افرازه بتأثير هرمون الجاسترين.

ويتوقف نشاط الغدة الدرقية على عدة عوامل منها:

أ ... كمية اليود في الدم ومدى ورود الدم إلى الغدة الدرقية.

بـ الغذاء، إذ تقلل الأغذية الفقيرة في مركبات اليود والبروتينات من نشاط
 الغدة، والعكس صحيح.

ج.. التحكم الهرموني للغدة التخامية ومنها الهرمون الهفز للغدة العرقية. د .. درجة الحرارة، إذ ينشط الجو البارد هده الغدة. لذا فإن الحيوانات ثابتة الحرارة Homotherms يزداد افرازها لهده الهرمونات فور تعرضها لجو بارد، والعكس صحيح عند تعرضها للحر. ولعل هذا له علاقة بالطاقة الحرارية التي تشع نتيجة أكسدة الغذاء وتستخدم لتدفئة الجسم.

ويسبب النشاط غير الطبيعي للغدة الدرقية أثارا غير طيبة فعندما ينخفض معلل اليود الذي يؤخذ مع الطعام عن عشرة ميكروجرامات في اليوم فإن عملية تخليق هرمونات الغدة الدرقية تصبح غير كافية. وبالتالي فإن معدل الافراز ينخفض. وفي الوقت نفسه يؤدي هذا الانخفاض إلى زيادة افراز الهرمون الهفز للغدة الدرقية TSH الذي يفرزه الفص الأمامي للغدة النخامية، مما يؤدي ني النهاية إلى تضخم الغدة الدرقية لتصبح مليئة بمادة غروية تفتقر إلى اليود. ريسمي هذا بالورم الدرقي Goiter . وهو يعالج باستعمال العقاقير المحتوية على الثيروكسين لإيقاف نمو الورم. كما يزول الورم نهائياً باستخدام اليود إذا عولج في المراحل المبكرة. وهناك ورم آخر يحدث في الفدة الدرقية يسمى فرط الدراق Hyperthyrodism ، ويسمى أحيانًا بالتسمم الدرقي Thyrotoxicosis ، ريسي أيضًا الورم الجحوظي Exophthalmic Goiter. وهذا الورم هو أكشر أمراض الغدد الصماء شيوعًا، وينتج عن افراط في افراز هرمونات الغدة الدرقية بشكل غير طبيعي، مما يسبب تضخماً ملحوظاً للغدة الدرقية. وينتفخ الجزء الأمامي من الرقبة تبعاً لذلك. ويترتب على ذلك أيضاً زيادة في معدل تأكسد الغذاء وزيادة في ممدل الأيض عموماً، مما يؤدي إلى الهزال ونقص في وزن الجسم رغم وجود شهية ضارية وشراهة كبيرة للطعام. كما تزداد دقات القلب (النفق)، ويرتفع ضغط الدم، ويزداد التهيج العصبي. وقد يكون التضخم مصحها بجحوظ في العينين. ومن هنا جاءت التسمية الأخيرة. ولعلاجه يلجأ الطبيب إلى بتر جزء من الغدة الدرقية جراحياً. وقبل الشروع في الجراحة تستعمل بعض العقاقير لإعادة معدل الأيض إلى الوضع الطبيعي.

أما نقص افراز الغدة الدرقية Hypothyrodism فيؤدى إلى ظهور نوعين من الأمراض، تبعا لتوقيت وكيفية حدوثهما، وهما:

Cretinism Baladi |

هذا المرض هو نقص خلقى Congenital فى افرازات الغذة الدرقية فى مرحلة الطفولة أو عند ولادة الطفل بدون الغدة الدرقية أو إذا كانت الأم تعانى مرحلة الطفولة أو عند ولادة الطفل بدون الغدة الدرقية أو إذا كانت الأم تعانى قصيرة . كما يؤثر نقص هرمون الثيروكسين على نمو خلايا الجسم والمخ خاصة. وبالتالى يؤثر على النضوج العقلى للطفل، مما يسبب له تخلفاً عقلياً دائماً وبلاة ولا مبالاة وApathy وتأخراً في النضوج الجنسي.

ب الورم الخاطي (الولمة الخاطية) Myxedema

يحدث هذا المرض تتيجة لضمور الفدة الدرقية أو إزالتها جراح) أو عند تعريض الرقبة للأشعة السينية (x) لمالجة الأورام اللمفية Lymphoma. وتتمثل أعراضه في الإصابة بالضعف والتعب وشحوب اللون وجفاف الجلد وقلة الشعر خاصة الحاجبين ونقص في النشاط الجسمي والعقلي وزيادة في وزن الجسم لدرجة السمنة المفرطة وهبوط في معدل الأيض فلا يحتمل المصاب البرودة. كما يتعب بسرعة، خاصة وأن دقات القلب تنباطأ وبقل ضغط الدم. كما يعاني المربض من الإمساك وضعف في حواس الذوق والشم وعسر التنفس Dyspenca.

2 _ الغدد جارات الدرقية Parathyroid Glands

الغدد جارات الدرقية هي أربعة فصوص كمثرية الشكل ملتصقة بشكل زوجى على الجانب الخلفي للغدة الدرقية في الطرفين العلوى والسفلي. وتفرز هذه الغدد هرمونا بروتينيا من سلسلة عديد الببتيد يسمى هرمون جارات المرقية، باراثيرويد، ويسمى أحياناً بارائرمون. ولهذا الهرمون دور هام في تنظيم أو ثبات معدلي الكالسيوم والفوسفور في الدم، وذلك عن طريق تنظيم أيض هذين العنصرين في الجسم. ويجعل هذا الهرمون معدلي الكالسيوم والفوسفور في جسم الانسان ثابتين عند مستوى ١٠ ملجم/١٠٠ من الدم وعملجم/١٠٠ من الدم على التوالي، فيكون التوازن الكلسي الفوسفوري ٢:١٠ وأية زيادة في هذين المنصرين تترسب وتنمج مع العظام أو تفرز عن طريق الجهاز البولي عبر الكليتين. ولكي يحافظ هذا الهرمون على معدل الكالسيوم في الدم فإنه يعمل على:

_ تحرير الكالسيوم من العظام في عملية تخضع لتنظيم التغذية العكسية Feed back ، والتي فيها يتحكم الكالسيوم المتحرر من العظام في انطلاق الهرمون من هذه الغدد ويخفضه. وبالتالي إذا انخفض معدل الكالسيوم في الدم فإن هذه الغدد تفرز الهرمون الذي يحرر الكالسيوم من العظام وهكذا. وتدعونا عملية نخلل العظام وبناءها المرتبطين بهرمون الغدد جارات الدرقية إلى الخوض في فسيولوچية العظام. فالعظم عبارة عن نسيج حيى له أصل بروتين كولاجيني مشرب بالكالسيوم والفوسفات. وهذان العنصران دائما التغير، بمعنى أن العظم يقع في حالة ما بين تآكل وبناء. ويوجد في نسيج العظم ثلاثة أنواع من الخلايا الهامة هي: خلايا التعظم Osteoblasts التي تكون مسئولة عن افراز المادة الكولاجينية للعظم، والخلايا العظمية Osteocytes التي تخاط بالمادة الخلوية المتكلسة Matrix ، والخلايا كاسرة العظام Osteoclasis . وهذا النوع الأخير من الخلايا هو خلايا عديدة النواة مسئولة عن نحت العظم وتآكله وإعادة امتصاصه. ويتحول النوع الأول إلى النوعين الثاني والثالث. وعندما يكون تركيز هرمون جارات الدرقية منخفضاً فإن الخلايا الأولية تتحول إلى خلايا تعظم Osteoblasts . أما إذا ارتفع تركيز الهرمون فإنها تتحول إلى خلايا كاسرة للعظم Obsteoclasts . وتؤدى هذه العملية إلى ارتفاع نسبة الكالسيوم في الدم، نظراً لتحرره من العظم. فيؤدى هذا إلى اختلال العديد من الأنشطة الفسيولوچية الهامة بالجسم، منها على سبيل المثال: نفاذية أغشية الخلايا Cell (وتطلاق العالمة الخلايا Excitability ، وانطلاق الناقلات العصبية الاستثارة Excitability ، وانطلاق الناقلات المصبية Weurotransmitters وانقباض المضلات ويجلط الدم. وتبلغ خطورة ارتفاع معدل الكالسيوم في الدم أقصاها إذا علمنا أنها تؤدى إلى توقف القباحة عند انقباضه Systote .

ويشكل هرمون الغدد جارات الدرقية وهرمون الكالسيتونين الذي يغرز من الندة الدرقية آلية دقيقة لتنظيم معدل الكالسيوم في الذم (١٠٠ ملحم/١٠٠ مل من الدم) . إذ أن تأثير أحدهما يضاد تأثير الآخر، فيينما نجد الأول يعمل على انظلاق الكالسيوم من العظام فإن الثاني يعمل على منع انطلاق الكالسيوم من العظام.

التأثير على الأمعاء بحيث يزيد من معدل امتصاصها للكالسيوم الموجود فيتأمين د المغذاء ليقل بالتالى فقده مع البراز. وتتأثر هذه العملية بوجود فيتأمين د الذى يطلق عليه كول كالسيفيرول Cholcalciferol والذى ينتجه الجلد من مشتقات الكوليستيرول في وجود ضوء الشمس (الأشعة فوق البنفسجية). ثم يمر بمرحلتين يضاف إليه فيهما مجموعتا هيدروكسيل، تتم الأولى في الكبد والثانية في الكلية ليصل المركب إلى صورته النشطة في النهاية وهي جارات الدرقية على عملية امتصاص الكالسيوم من الأمعاء تتضح إذا علمنا أن هذا المركب النشط تصنعه الكليتان بتأثير هرمون الغدد جارات الدرقية على عملية امتصاص الكالسيوم من الأمعاء تتضح إذا علمنا أن

.. زيادة امتصاص الأنبيوبة الكلوية في الكليتين للكالسيوم في حالة ارتفاع معدله بالدم فيطرد مع البول.

ويحدث نقص افراز هرمون الغدد جارات الدرقية Hypoparathyrodism عند نعاطى كميات كبيرة من حليب البقر بشكل يكبر معه الطلب على افراز الفند جارات الدرقية، أو عقب الولادة، أو عند تعرض الفنة الدرقية للتلف أو للأشمة السينية. ويؤدى النقصان الحاد في افراز هرمون الفند جارات الدرقية إلى حدوث نقصان في تركيز الكالسيوم في الدم، وبالتالمي يؤدى إلى تأثيرات عصبية وعضلية وكيميائية، تتلخص جميعها في تثنيج الأعصاب وتوزها وسرعة الاندفاعات الماطقية وتشنج المضلات وramp وتفلصها انقباضات مستمرة وغير منتظمة. كما تتقلص عضلات الوجه والأطراف تقلمات متقطعة. ويصاب المخص بعسر تنفس Dyspenea مع أزيز Wheezing وصرير Stridor وازواج المراقبة Diplopia وخوف من الضوء Photophobia. وكل هذه الأعراض تشبه أعراض مرض التيتانوس Tetany، أما الحالات المزمنة فأعراضها النوام Lethargy والقلق النفسي وتردى القدرات الذهنية.

أما زيادة افراز الغدد جارات الدوقية Hyperparathyrodism فتحدث نتيجة لتورم الغدة Hyperplasia أو فرط تكونها Adenoma . وتعنى زيادة لتورم الغدة Adenoma أو تسرطنها أو فرط تكونها Hyperplasia. وتعنى زيادة افراز هرمون هذه الغذة زيادة في تركيز الكالسيوم باللهم. وهذا الكالسيوم الزائد هي الدم ناتج عن نزع الكالسيوم من العظام Decalcification بفعل الإدادة هرمون المغلم يتخلص الجسم من الكمية الزائدة من الكالسيوم عن طريق الكليتين. لكن هذه الزيادة تكون بالعبع على حساب كالسيوم العظام لا الغذاء، مما يسبب ليونتها وهشاشتها وتعرضها للكسر بسهولة. ويلى مرحلة نزع الكالسيوم من العظام مرحلة أخرى تسمى تخلحل العظام العلم Osteoporosis أشد تأثيراً، تصبح فيها العظام ممامية منخورة، وفيها تشرع الخلايا كاسرة العظم الذي تخفى فيه العظام مهادة العضوية التي نزع الكالسيوم منها. وفي الوقت الذي تخفى فيه العظام بهذه العلوقة نجد أن هناك مادة ليفية تكون عليها عظم جديد رقيق. وعندما تسوء هذه الحالة تبدأ بعض الحريصلات في الظهور على النسبح الميفى مؤدية إلى تكوين تعزفت وكسور، وهي الحالة التي تعرف. Ostentis Fibrosa Cystica الكيفي الكيسي Ostentis Fibrosa Cystica.

ومن الأعراض المبكرة ازيادة افراز الغدد جارات الدرقية كشرة التبول Polyuria والمطش Polydipsia. وقد تتكون في الكلية فيما بعد حصوات من أكسالات أو فوسفات الكالسيوم. وقد يتطور الحال إلى حدوث ترسبات كلسية كلوية Nephrocalcinosis تتلف الكلية وتسبب نزيف الدم مع البول Uremia.

ويؤدى ارتفاع معدل الكالسيوم إلى ارتفاعه أيضاً بالمقد العصبية السمبتاوية التي هي جزء من الجهاز العصبي الذاتي المسئول عن نشاط الأعضاء الداخلية اللا إرادية كالقناة الهضمية، ويعوق ذلك نقل الحوافز العصبية بالشكل الذي يؤدى إلى استرخاء المعدة والأمعاء الفليظة فتكون النتيجة هي حدوث إمساك مستمر مصحوب بعسر هضم Dyspepsia واضاع Dyspepsia واضاع وغثيات Nausia واستفراغ.

ه _ الغدتان الكظريتان أو فوق الكلويين Adrenal or Suprarenal Glands

تقع الغدتان الكظريتان أو فوق الكلويتين متناظرتين؛ كل على قمة كلية. وتتخذ الغدة اليسرى منهما شكلا هلاليا بينما تتخذ اليمني شكلا مثلثا.

وتنقسم كل غدة إلى نسيجين: خارجي محيطى ويدعى القشرة Cortex ، وداخلى مركزى هو النخاع Medulla. وتفرز هاتان الغدتان عدداً كبيراً من الهرمونات قد يصل إلى ثلاثين هرموناً. وبالتالى فإن إزالة هاتين الغدتين يؤدى إلى الموت السريع. والهرمونات التى تفرزها القشرة تختلف عن تلك التى يفرزها النخاع.

أولا ـ هرمونات القشرة Corticosteroid Hormones

وهي تصنف حسب وظيفتها إلى ثلاث مجموعات:

المجموعة الأولى الهرمونات السكرية الجلوكوكوريكوبدات Giucocorticoides : وتضم هذه المجموعة عددًا من الهرمونات عرف عنها تأثيرها المباشر على أيض الكربوهيدرات في الانجماه البنائي Anabolism أي بشكل مماكس لانجماه المبناك

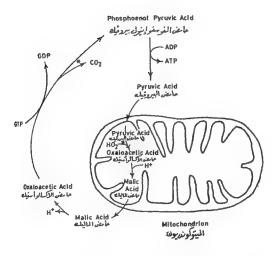
الجلوكوز Glycolysis ودورة كريس. إذ أن تفاعلات هذين تسير كلها في الانجاء الهدمي Glycolysis ودورة كريس. إذ أن تفاعلات هذين تسير كلها في الانجاء الهدمي Cortisol . وأحم هذه الهرمونات السكرية الكورتيزول Cortison والكورتيزول Corticosterone والكورتيزول أيشاء الأيش، وهو يعمل على تحويل المواد غير السكرية كالأحماض الأمينية والدهون إلى جلوكوز، ويعمل أيضاً على التقليل من استهمالك الجلوكوز، ويعمل أيضاً على التقليل من استهمالك في استهمالك في حالات الحماسية والروماتيزم.

هذا ويمكن حصر وظائف الهرمونات السكرية في الآتي:

أ ــ التأثير على أيض الكربوهيدرات في الاتجاه البنائي (مسار تصنيع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogenesis)

- خوبل حامض البيروفيك إلى حامض فوسفر إينول بيروفيك: نظراً لأن الخطوة الأصلية في خلل الجلوكوز Clycolysis هي ذات المجاه واحد فإن تخويلها بهذا الشكل يتطلب من الخلية الحية التحايل للالتفاف حولها (شكل ١٤). ويتم ذلك بدخول جزىء حامض البيروفيك إلى حامض الميتوكوندريا حيث تضاف إليه مجموعة كربوكسيل ليتحول إلى حامض الأوكسالو أسيتك الذى يختزل إلى حامض الماليك . ويفادر حامض الماليك الميتوكوندريا إلى السيتوبلازم حيث نعاد أكسلته إلى حامض أوكسالو أسيتك الذى يكتسب مجموعة فوسفات من المركب الغنى الطاقة GTP وتفقد جزياً من ثانى أكسد الكربوز بواسطة إنزيم حامض فوسفو إينول بيروفك كربوكسى كينيز Phosphoenolpyruvic Acid لتتحول في النهاية إلى حامض الفوسفو إينول بيروفيك كربوكسى كينيز Carboxy Kinase ايتوافيك.

أما دور الهومونات السكرية فإنها تحفز نشاط الإنزيم المسئول عن هذه الخطوة الأخيرة (نزع ثاني أكسيد الكربون)، وكذلك تحفز نشاط إنزيم حامض البيروفيك كربكوسيايز الذي يضيف مجموعة كربوكسيل إلى جزىء حامض البيروفيك عند دخوله إلى الميتوكوندريا.



شكل (1 £) يوضح الالتفاف حول الحمطوة ذات الاتجاه الواحد عدد نولد حامض البيروقمك للمودة في الاتجاه الماكس. (العلامة (4) تنين مواقع تائير هرمونات القشرة السكرية.)

ِ يَخْفِرُ عُوبِلُ ثَنَائِي هيدروكسى أُسيتونَ فوسفات وجليسرالدهيد ..٣_ فوسفات إلى فركتوز ١، ٢ ثنائي الفوسفات بواسطة إنزيم الألدوليز .

_وغمفيز عجويل فركتوز ١، ٦ ثنائي الفوسفات إلى فركتوز ٦٠ فوسفات بواسطة إنزيم فركتوز ثنائي الفوسفاتيز .

رونحفیز بخوبل فرکتوز ـــــــــ فوسفات إلى جلوکوز ـــــــــ فوسفات بواسطة إنهه أبزوميرينز.

رتخفيز تخويل جلوكوز ـــــــ فوسفات إما إلى جلوكوز بواسطة إنزيم جلوكوز ــــــــــ نصفاتيز أو إلى جلوكوز ــــــــــــــ فوسفات الذى يتحول إلى جليكوجين بواسطة إنزيم الفوسفوريليز.

ب. التأثير على أيض البروتينات

ويتم ذلك من خلال التأثير على نشاط الإنزيمات التي تعمل على نقل مجموعة الأمين مجموعة الأمين Aminotransferases في تفاعلات نقل مجموعة الأمين Transamination التي يمكن بواسطتها خوبل الأحماض الأمينية إلى مركبات الحول في النهاية إلى جلوكوز. ومن أمثلة ها : الطريقة تحويل الحامض الأميني الانين إلى حامض بيروقيك الذي يمكن أن يتأكسد في النهاية (في دورة كريس) إلى جلوكوز، وكذلك تحويل كل من حامض الأسبارتيك والجلوتاميك إلى حامض أكسالو أسيتك وحامض ألفا - كيتوجلوتاريك على التوالى، وكلاهما من مركبات دورة كريس.

جــ التأثير على أيض الدهون

تعمل الهرمونات السكرية على زيادة نسبة الدهون في الدم ونزيد من استخدامه لإنتاج الطاقة. وكذلك تعمل على توزيعها وتخزينها في أماكن معينة في الجسم كالإلينين والرقبة والوجه

الجموعة الثانية: الهرمونات المعدنية Mineralocorticoids: تتحصر وظيفة هذه الهرمونات في التحكم في التحول الفذائي للأملاح والماء في الجسم، وأهمها هرمون الألدوستيرون Aldosterone الذي يناط به العبء الأكبر في تتنظيم وتوازن عمليات التحول الفذائي للأملاح والماء. كما ينظم كمياتها التي تعفرج مع البول. فهي تشجع على إعادة امتصاص أيونات الصوديوم والكلور والبيكربونات بينما تشجع على التخلص من البوتاسيوم في الكليتين. وربما يرجع ذلك لأن الصوديوم يوجد بقلة في الفذاء بينما يتوفر البوتاسيوم بكثرة نسبيا. وهكذا تعمل هذه الهرمونات على توازن الأملاح المعدنية في الدم. والجدير بالذكر أن انخفاض تركيز الصوديوم في اللم هو الذي يؤدي إلى زيادة الهرمون الألدوستيرون لكي يؤثر على أبيوبات الكلية فيمنع خروج أيونات الصوديوم مع البول.

وتخضع عملية افراز هرمون الألدوستيرون لمجموعة من العوامل والمؤثرات يطلق عليها نظام المجيوتنسين ـ رئين Angiotensin - Renin . فعند انخفاض تركيز أبونات الصوديوم في الجسم يتخفض بالتالى ضغط الدم، مما ينتج عنه انخفاض في معلل سريان الدم في الكليتين. وهذا يدفع الكليتين إلى افراز إنزيم يسمى الرئين Renin الذى يسرى في الدم ولا يميش أكثر من عدة دقائق يؤثر خلالها على مركب يفرزه الكبد بشكل غير نشط يسمى الانجيونسينوجين Angiotensinogen ويحوله إلى صورة نشطة هي الأنجيونسين. وتمارس هذه الصورة النشطة (الأنجيونسين) تأثيراً قوراً على خلايا قشرة الغدتين الكظريتين فتحفزها لتخليق هرمون الألدوستيرون الذى يؤثر بدوره على الأنيبوبات الكلوية فتحفزها لتخليق هرمون الألدوستيرون الذى يؤثر بدوره على الأنيبوبات الكلوية ويصنع نزول الصوديوم مع البول حتى يعود تركيزه إلى الوضع الطبيعى.

المجموعة الثالثة: الهرمونات الجسبة (السيرويدية) Sex Hormone: تفرز قشرة الغدتين الكظريتين كسمية ضئيلة من الهرمونات الجنسية التي تشابه تماماً الهرمونات الجنسية التى تفرزها الغدد التناسلية (الخصيتان أو المبيضان). وتقسم الهرمونات الجنسية التى تفرزها قشرة الفدتين الكظريتين إلى مجموعتين _{وتس}يين هما:

_ الاندروجينات Androgens: وهي الهرمونات المسؤولة عن إيراز الصفات الجنسية الثانوية الذكرية. وأشهرها هرمون التستوستيرون Testosterone.

_الإستروجينات Estrogens: وهي الهرمونات المسؤولة عن إبراز الصفات الجنسية الثانوية الأنثوية، وأشهرها هرمونا البروجستيرون Progesterone والاستراديول Estradioi

ونظراً لأن هذه الهرمونات تفرز أيضاً من الفدد التناسلية ونشاطها متشابه مع الفرزه الفدد التناسلية من هرمونات جنسية فإنه إذا حدث اختلال بين توازن الهرمونات الجنسية المفرزة من قشرة الفدتين الكظريتين وتلك المفرزة من الفدد التناسلية فإن ذلك يؤدى إلى ظهور صفات الرجولة في النساء كخشونة الصوت وزيادة قوة المضلات ونمو الشمر في الوجه وفي الذكور تؤدى إلى ظهور علامات الأنوثة كنمومة العموت وكبر الشديين، وقد تؤدى إلى ضمور الخميتين.

النا: هرمونات النخاع Medulla Hormones

يفرز نخاع الفدتين الكظريتين هرمونين متشابهين في التركيب والتأثير. ويطلق عليهما مما الكاتيكول أمينات Catecholamines. والهرمونان هما: _ هرمون الأدرينالين أو الإيبينفرين Adrenaline or Epinephrine

_ هرمون النور أدرينالين أو النور إيينفرين Norepinephrine or Norepinephrine .

وعمل هذين الهرمونين معاكس لعمل هرمون الإنسولين. ويزداد افرازهما زيادة غير مُرضية وبكثرة في حالات الخوف والغضب والانفعالات النفسية أو

and the state of t

المفاجأة أو التمرض للبرد أو نقص جلوكوز الدم. ويؤدى ذلك إلى إنتاج طاقة كبيرة للتصرف إزاء حالات الطوارىء، مما يؤدى بالانسان للقيام بعمل فوق طاقته. ولذا يطلق على هذين الهرمونين هرمونا الطوارئ. وتتلخص تأثيرات

هذين الهرمونين في الآتي:

لهما دور هام في أيض الكربوهبدات. إذ يعملان على زيادة معدل الجلوكوز بالدم عن طريق تسريع تخلل جليكوجين الكبد إلى جلوكوز في الدم وتخويل جليكوجين المضلات إلى حامض لاكتيك في الدم. ويصاحب ذلك انتاج طاقة مباشرة بالمضلات. ويتحول حامض اللاكتيك في النهاية إلى جليكوجين في الكبد وهكذا.

_ يعملان على توسيع الأوعية الدموية في الجلد والعضلات لإتاحة الفرصة لتوصيل الدم الكافي إليهما.

_ يعملان على انقباض الأوعية الدموية، بما يؤدى إلى رفع ضغط الدم وزيادة سرعة دقات القلب لضخ كميات كبيرة من الدم إلى العضلات. ويصاحب ذلك سرعة في التنفس لتزويد الدم بكمية كافية من الأكسجين، وبالتالي تزويد العضلات بهذا الأكسجين.

ـ يعملان على توسيع القصبة الهوائية. لذا يستعملان، والأدرينالين بصفة خاصة، في علاج الربو. كما يعملان على توسيع حدقة العين (البؤبؤ) وعلى زيادة افراز الغدد اللعابية.

وبحدث الاضطراب في افراز قشرة ونخاع الفنتين الكظريتين أضرارًا عديدة يمكن حصرها فيما يلي:

أولا _ القشرة

ـ نقص الافراز:

يظهر نقص افراز قشرة الغلتين الكظريتين على صورتين هما:

إ ـ نفس حاد: ويسمى أيضا بالأزمة الكظرية Adrenal Crisis، وهى تخدث تتيجة لتلف مفاجىء فى نسيج الفدة النخامية أو الفلتين الكظريتين كما فى حالات الجراحة والجلطة. ويؤدى ذلك إلى وفاة المريض خلال ساعات. ويشكو المريض قبل الوفاة من صداع وارتفاع حرارة تزيد عن الأربعين درجة مثوية وفتور وغثيان واستفراغ وآلام فى البطن وإسهال وغيبوبة وازرقاق فى اللون مع ظهور بقع مخت الجلد نتيجة نزف بعض الشعيرات الدموية ويكمن العلاج فى الحقن بالهيدوكورتيزون.

ب نقص مزمسن: ويسمى أيضا بمرض أديسون Addison's Disease بوهو يحدث تتيجة للتدخل الجراحى في الغدتين الكظريتين لسبب أو لآخر كالسرطان أو ارتفاع ضغط الدم. ويشكو المريض بضعف واجهاد وارهاق وفقدان الشهية للطمام ونقص في الوزن وغيان واسفراغ وإسهال. وتظهر بقع مسوداء على الغشاء المخاطى داخل الفم وينخفض ضغط الدم. ويقل أو ينعدم شعر الإبطين والعانة وتسوس الأسنان ولا يفرز الجسم عرفاً. وللعلاج يعطى المريض علاجاً مركباً من الهرمونات السكرية والمعدنية.

_ زيادة الافراز:

يزيد افراز قشرة الفدتين الكظريتين نتيجة لفرط تكون نسيجها Hyperplasia أو تورمها Adenoma أو تسرطنها Carcinoma. وتختلف التأثيرات نبعًا لنوع الأفراز الزائد. هذا ويمكن تمييز ثلاثة أنواع من التأثيرات هي:

ا مرض كوشيج Cushing's Syndrome: وينشأ نتيجة لفرط افراز هرمون الكورتيزول، إما لزيادة في افراز الهرمون محرر الهرمون المخفز للغلتين الكظريتين ACTH) Adrenocorticotrophic Hormone) من الفص الأمامي للغدة النخامية أو لتورم الغلتين الكظريتين أو لاستعمال الكورتيزون أو لوجود أورام خبيثة في مواقع أخرى بالجسم، وتتلخص

أعراض هذا المرض في استدارة الوجه Moon Face وتضخم بين الكتفين بما يعرف بسنام الجاموس Buffalo hump وانفتاح الشهية مع بروز البطن وتخديها بينما تبقى الأطراف مستدقة ويصاب الرجل بالعنة، أما المرأة فيقل حيضها أو ينمدم، ويشمر المريض بعمداع وآلام في الظهر وارتفاع في ضغط اللم ويصطبغ وجهه بما يشبه الكلف وينمو في النساء شعر الوجه كالشارب والذقن وينمو الشعر أيضا على أذرعهن وسيقانهن. وهذه هي الظاهرة التي يطلق عليها الشعرانية Hirutism وتظهر خطوط حول الفخاين والعدر والبطن، ويعاني المريض أيضا من بعض الأعراض النفسية كتقلب المزاج والاضطرابات العصبية.

- ب ـ الاضطراب الكظرى النسلى Adrenogenital Syndrome: ويتحدث هذا النساء دون الرجال ، إذ تظهر عليهن علامات الرجولة. وينتج هذا لزيادة افراز الأندروجينات المسؤولة عن ظهور الصفات الجنسية الثانوية المذكرة، وبالتالى يكون تأثيرها مهيمناً على تأثير الاستروجينات المسئولة عن الصفات الجنسية الثانوية المؤتفة، وتتمثل أعراض هذا الاضطراب في تقطع الدورة الشهرية أو توقفها وتضخم الهدوت وظهور شعر على الوجه وعلى الأطراف ويخف شعر الرأس، وقد يظهر صلع جزئي، ويختفى القوام الأثنوى المديز، ويضمر الثديان والأعضاء التناسلية.
- ج. ـ فرط الفراز الألموسيون Hyperaldosteronism : ويطلق هذا كمما هو واضح من الاسم على الحالة الناتجة عن زيادة افراز هرمون الألدوستيرون. ويطلق على هذه الحالة أيضاً مرض كون Conn's Syndrome. وتتمثل أعراض هذا المرض في ارتفاع ضغط اللم وفرط التبول Polyuria والعطش Polydipsia والعطش

لانكالنخساع

لا تمرف حالة مرضية ناتجة عن نقص في افراز نخاع الغدتين الكظريتين، وذلك لأن النخاع ليس هو الجهة الوحيدة المسئولة عن افراز هرموني الأدرينالين والنور أدرينالين. إذ أنهما يفرزان أيضا من المخ ونهايات الأعصاب السمبتارية.

أما زيادة افراز النخاع فتتسبب في حدوث بعض الأمراض، أهمها ورم خلايا الكرومافين هذه هي نفسها خلايا الكرومافين هذه هي نفسها خلايا النخاع في الغدتين الكظريتين. وتتمثل أعراض هذا المرض في حدوث نبات من الصداع الشديد وخفقان القلب والتعرق وزيادة ضغط الدم وعدم وضوح الرؤية وآلام في البطن واضطراب وقلق وزيادة الشهية للطعام لكن مع فقدان في وزن الجسم وتغيرات في سعة الأوعية الدموية تؤدى إلى شحوب في بعض الأحيان واحمرار في الوجه والأطراف في أحيان أخرى.

المنكرياس Pancreas

على الرغم من أن البنكرياس يعتبر من الغدد الملحقة للقناة الهضمية إلا أنه يعتبر أيضاً من الغدد المختلطة التى تجمع بين الافراز الخارجي (القنوى) والافراز الخارجي (القنوى) والافراز الخاصم (اللاقنوى) . فهو يقوم بصب إنزيماته الهاضمة في الاثنى عشر عن طريق قناة خاصة به . كما يعمل كغدة صماء من حيث أنه يفرز هرموتات خاصة به في الدم مباشرة، وذلك من خلال خلايا غدية صفيرة متخصصة تعرف بجزر لانجرهانز Jelets of Langerhans (شكل ٤٤). وتشركب هذه الجزر من نوعين كبيرين من الخلايا المعلومة الوظيفة هي خلايا ألفا Alpha ونوع ثالث ضئيل غير معلوم الوظيفة حتى الآن موخلايا دلتا Cells والم

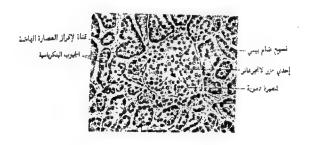
الفصل الثاني عشر ، التوازن الهرموبي

وظائف جزر لانجرهانز _ افراز خلايا ألفا

تفرز هذه الخلايا هرموناً عديد الببتيد يسمى الجلوكاجون Glucagon.

ويعمل هذا الهرمون على رفع معدل السكر في الدم، وذلك بتكسير مخزون الجليكوجين في الكبد وتخويله إلى جلوكوز يعر إلى الدم.

بيتم تأثير الجلوكاجون على الجابكوجين المخزون في الكبد عن طريق أدينوسين أحادى الفوسفات الحلقي Cyclic AMP الذي يتكون من أدينوسيس ثلاثي الفوسفات بواسطة إنزيم أدينيل سيكليز Adenyl Cyclais. الموجود على



شكل (٤٣) مقطع فى البنكوياس بيين إحدى جزر لانجرهانز التى تفرز خلاياها هرموبى الإنسولين والجلوكاجون

أغنية خلايا الكبد، ويتحفز نشاطه بواسطة هرمون الجلوكاجون الذى يسله من البنكرياس عن طريق اللم. وتؤدى زيادة نشاط هذا الإنزيم إلى تراكم من البنكرياس عن طريق اللم، وتؤدى زيادة نشاط هذا الإنزيم إلى تراكم إينهم بدوره إزيم البروتين كينيز Protein Kinase الذى ينشط إنزيم البورييز كينيز Phosphorylase الذى ينشط إنزيم الموسفوريليز Phosphorylase وذلك بإضافة مجموعة فوسفات غير النشطة Phosphorylase المن صورته المروز النشطة Phosphorylase المحال على تكسير مخزون الجليكوجين في الكبد إلى جلوكوز الم فوسفات الموسفات الموسفات الموسفات عنه ما والموسفات منه، ويذخل إلى تيار اللم عن طريق إنزيم جكور فوسفاتيز Glucose Phosphatase المرجود في الكبد.

وفي حالات الصيام الطويل أو التمارين الرياضية الشديدة يعمل هرمون البطوكاجون على تخفيز تخلل الدهون من الأنسجة الدهنية Lipolysis.

الوازخلايا بيتا

تفرز هذه الخلايا هرمونا عديد الببتيد يسمى الإنسولين. ولقد أطلق عليه هذا الاسم لأن كلمة Insula تعنى باللاتينية جزيرة، وهى إشارة إلى جزر لانجرهانز. ويفعل هرمون الجنسولين عكس ما يفعله هرمون الجلوكاجون. إذ يممل الإنسولين على خفض تركيز الجلوكوز بالدم، وذلك من خلال:

_المساعدة على أكسدة الجلوكوز في خلايا الجسم، حيث وجد أن الإنسولين ضروري لمرور السكريات الأحادية (ماعدا الفركتوز) من خلال جدار الخلية إلى داخلها حتى يمكن استخدامه.

_ تشجيع تخول الجلوكوز إلى جليكوجين أو مواد دهنية تخزن في الكبد والعضلات أو أنسجة أخرى.

ـ تثبيط مخلل الجليكوجين المخزون إلى جلوكوز.

ويؤدى نقص افراز هرمون الإنسولين إلى أرتضاع معدل السكر في الدم . Glycosuria ومن ثم خروجه عن طريق الكليتين مع البول Glycosuria. ويعسرف هذا بمرض السكر Diabetes Mellitus . وتعنى لفظة باليونانية تسرب أما لفظة Mellitus فتعنى باللاتينية العسل. وقد أطلق المصطلح على ظاهرة تسرب السكر مع البول. ويمكن تعريف مرض السكر بأنه الخلل الذي يطرأ في الجسم ويمنعه من استعمال المواد الكربوهيدراتية التي هي من أهم مصادر الطاقة للجسم. وتتيجة لهذا الخلل فإن هذه الكربوهيدرات التي يحولها الجهاز الهضمي إلى سكر تتراكم في الدم لدرجة بجعلها تظهر في البول. ومن أعراض مرض السكر غير ظهور السكر في البول، زيادة عدد مرات التبول Polyuria خاصة في الليل Nocturia . ولهذا يشعر المريض بالعطش Polydipsia ، ويشعر بالجوع المصحوب بالنهم. وينقص وزن الجسم تدريجياً. لسرعة نفاذ الجليكوجين المدخر في الكبد والعضلات. ويشكو من الصداع والدوار Dizziness واختلال في الرؤية بالإضافة إلى آلام عصبية خاصة في العصب الوركي (عرق النسا Sciatica). وفي الحالات الشديدة من المرض قد تظهر في البول إلى جانب السكر الزائد في الدم مركبات كيتونية تسمى الأجسام الكيتونية Ketone Bodies. وهذه المركبات هي الأسيتون وحامض الأسيتو أسيتيك وحامض بيتا هيدروكسي بيوتيريك. وتدعى ظاهرة نزول الأجسام الكيتونية مع البول بـ Ketonuria.

وعلى الرغم من ثبات النظرية القائلة بأن مرض السكر ما هو إلا نتيجة لعجز البنكرياس في انتاج القدر الكافى من هرمون الإنسولين إلا أن هناك أسباب أخرى معروفة لهذا المرض هي:

_ زيادة اقراز هرمون الجلوكاجون نسبة إلى الإنسولين.

_ أسباب وراثية، إذ تدل الإحصائيات على أن ربع حالات الإصابه بمرض السكر ترتيط بتاريخ أسرة أحد أفرادها مصاب بالمرض. كما تدل الإحصائيات أيضاً على أن ربع الأطفال المولودين من أبوين مصابين بمرض السكر عرضة للإصابة به.

_ الضغوط النفسية والعاطفية كالمعاناة والقهر والإحياط.

_ الإصابة الفيروسية، وقد أمكن إحداث هذا في حيوانات التجارب. لكنه لم يثبت حتى الآن في الانسان.

هذا ويقسم مرض السكر إلى نوعين رئيسيين هما مرض السكر الأولى Secondary ومرض السكر الثانوى Primary (Idiopathic) Diabetes Mellins . Diabetes Mellins

Primary (Idiopathic) Diabetes Mellitus إولا مرض السكر الأولى

ترجع أسباب هذا النوع إلى خلل فى تركيب الإنسولين أو خلل فى مستقبلاته على جدر الخلايا أو نقص فى تخويل البرو إنسولين إلى إنسولين. وينقسم هذا إلى صنفين هما:

_ مرض السكر المعتمد على الإنسولين أو الذي يصيب الأطفال

Insulin Dependent Diabetes Mellitus or Juvenile Onset Diabetes Mellitus

وأسبابه وراثية، حيث لا تنتج الخلايا في جسم الأطفال المصابين بهذا المرض الإسولين المطلوب، وبالتالى فإن المريض يحتاج إلى حقنة إنسولين باستمرار.

- مرض السكر غير المعتمد على الإنسولين أو الذي يصيب الكبار

Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus or Maturity Onset Diabetes
Mellitus

هذا الصنف من مرض السكر هو الأكثر شيوعًا من الصنف الأول. وهو

غالبًا يصيب الأشخاص الذين يزيد وزنهم عن المعدل الطبيعي، أى ذوى السمنة المفرطة Obese People، وهم عادة فوق سن الأربعين، ويظهر هذا المرض على نحو تدريجي حين تفشل الأنسجة في الاستجابة للإنسولين الموجود بصورة طبيعة.

ثانيا ـ مرض السكر النانوي Secondary Diabetes Mellitus

وترجع أسبابه إلى مرض في البنكرياس كالتهاب مزمن أو ورم أو عند استفصال البنكرياس في عملية جراحية، أو ترجع إلى وجود مضادات الإنسولين بالجسم كحدوث مرض في الفدة الدرقية أو في الغدة النخامية أو في الغدتين الكظريتين أو استعمال الستيرويدات في العلاج لمدة طويلة.

V _ الغدد التاسلية Sex Glands

يقصد بالفدد التناسلية الخصيتان والمبيضان. ووظيفتهما الأساسية المعروفة هي انتاج الخلايا التناسلية (الحيوانات المنوبة أو البريضات)، إلا أنهمما تفرزان عدة مورنات جنسية تؤدى إلى التمايز الجنسي بين الذكر والأنثى بعدد من الخصائص التي تسمى الصفات الجنسية الثانوية. وهذه الصفات تختص بالمظهر والسلوك والطباع. وتتضع بشكل قوى في مزحلة البلوغ الجنسي. وتستمر حتى مرحلة الشيخوخة. وتتكون الهرمونات الجنسية في خلايا خاصة بالمناسل تعرف بالخلايا البينوزها. وتتكون الهرمونات الجنسية لتأيير الهرموزات المنبهة للفدد التناسلية التي يفرزها الفص الأمامي للفذة التخامية. وهذه الهرمونات هي:

 الهرمونات الذكرية Androgens: وهي تفرز من الخصيتين، وأهمها: هرمون السنوستيرون Testosterone المستول عن إظهار الصفات الجنسية الثانوية المذكرة.

. الهرموات الألفوية Estrogens: وهي تفرز من المبيضين، وأهمها:

أ ـ هرمونات الأنوثة الاستراديول Estradiol والاسترون Estrono والاستريول Estriol . وكلها تعمل على نمو الصفات الميزة للأثنى ونمو أعضاءها التناسلية. ويؤدى نقص افراز هذه الهرمونات إلى ضمور تدريجي في الأعضاء الجنسية والصفات الجنسية الثانوية الأثنوية.

بـ هرمونات الجسم الأصفر هو الجسم المتكون في حوصلة
 جراف بعد انفجارها وخروج البويضة منها. ويعمل هذا الجسم على منع
 تكوين بويضات جديدة. ويقوم بافراز الهرمونات التالية:

حرمون البروجستيرون Progesteror : الذى تتضع وظيفته من اسمه (Pro-gestation أي قبل الحمل) فهو يعمل على تهيئة الرحم لاستقبال البويضة المخصبة ثم نمو الجنين وتثبيته في الرحم وتوفير الظروف الملائمة لاستمرار الحمل.

ـ هرمون الريلاكسين Relaxin؛ الذي يمنع انقباض عضلان الرحم أثناء الحمل، كما يهيئ الفراغ الكافي لنمو الجنين واتساع عظام الحوض عند الولادة، ويساعد أيضاً على نمو الثديين استعداداً لتكوين اللبن.

A المشيعة Placenta

-

المشيمة جسم مؤقت يتكون في جدار رحم المرأة الحامل وعن طريقها يتقل الأكسجين والغذاء من الأم إلى الجنين وتنقل الفضلات وثاني أكسيد الكربون من الجنين إلى الأم. وعلى الرغم من أن المشيمة غدة غير صماء إلا ألها تفرز عدة هرمونات أهمها:

- فرمون الامتورجين Estrogen: الدلدى يعمل على تعزيز واتمام عمل هرمونات الاستروجينات التى يفرزها المبيضان، كما يعمل على إيجاد توازن مع هرمون البروجستيرون. مومون البروجستيون Progesterone: الذي يعمل على تعزيز وإتمام عمل هرمون البروجستيون الذي يفرزه المبيضان وذلك لإحكام استمرار عملية الحمل.

- الهرمونات الكربونية Chorionic Gonadotrophins: التي تصمل على تنشيط الجسم الأصفر للاستمرار في افراز البروجستيرون الذي يمنع بدوره افراز البهرمون الخفر للحوصلة FSH مما يحول دون نمو حوصلة جراف جديدة طيلة فترة الحمل.

9 عند القناة العضمية Gastrointestinal Glands

على الرغم من أن القناة الهضمية لا تعد من الغدد الصماء إلا أنها تفرز عددًا من الهرمونات أهمها:

أ - هرمونات المعدة: يفرز الجزء السفلى للمعدة هرمونا واحداً هو الجاسترين Gastrin الذى ينطلق إلى الدم كاستجابة لإشارة من العصب الحائر نتيجة لمجرد دخول الطعام إلى المعدة. وهذا الهرمون بدوره ينبه غددالمعدة الافراز عمارتها المعدية الهاضمة وينبه عضلاتها للتحرك. ويتوقف افراز هذا الهرمون عندما يزداد تركيز حامض الهيدروكلوريك في المعدة.

ب- هرمونات الالني عشر: إن مجرد ملامسة الكتلة الغذائية الآتية من المعدة
 (الكيموس) لسطح الغشاء المخاطى المبطن للالتي عشر ينبهه لافراز...
 الهرمونات الآتية:

دون السكوتين Secretin: يفرز هذا الهرمون بتأثير حموضة الطعام ويسرى في الدم حتى يصل إلى البنكرياس. فينبهه لافراز العصارة البنكرياسية الغنية ببيكربونات الصدوديوم والتى ترسل إلى الاثنى عشر لمعادلة حموضة الكيموس. ورغم أن السكرتين يحفز افراز إزيم البيسين في المعدة، إلا أنه يثبط افراز حامض الهيدروكلوريك فيها ويثبط كذلك نشاط الحركة الموية.

ورن الكولى سيستوكين - بنكريوبين المناسق وجود هرمونين أحدهما (C.CK-PZ): كان من المعتقد في الماضى وجود هرمونين أحدهما الكولى سيستوكينين الذي بغرز بتأثير المواد الدهنية الموجودة في الغذاء ويؤثر على الحوصلة الصغراوية فتستجيب له وتصب محتوياتها في الاثنى عشر، والآخر بنكريوزيمين الذي يغرز بتأثير المواد البروتينية الموجودة في الغذاء ويؤثر على البنكرياس فينبهه الافراز العصارة البنكرياسية الخنية بالإنزيمات الهاضمة وتصبها في الاثنى عشر. لكن تبين أخيراً أن مخاطية الاثنى عشر الاغرز موى هرمونا واحداً له التأثيران السابقان على الحوصلة الصغراوية وعلى البنكرياس كما يعمل أيضا على تنشيط المعدة وإفراغها لمعترباتها. وهو يعمل أيضا مع هرمون البكني عشر إلى المعدة والمراغها العاصرة البوابية فيمنع عودة الطعام من الاثنى عشر إلى المعدة.

_ هرمون الانتيروجاسترون Enterogastrone: به رز هذا الهرمون بتأثير المواد الدهنية الموجودة في الغذاء ويعمل على وقف حركة المعدة كما يوقف افرازاتهاأيضاً.

ـ هرمون الديوكريين Duocrinin: يفرز هذا الهرمون بتأثير حصوضة الطعام، وينه جدران الاثنى عشر نفسها لافراز أنزيماته الهاضمة.

جـ هرمونات الأمعاء الدقيقة: تفرز هذه الهرمونات من بطانة جدار الأمعاء الدقيقة، وأهمها هرمون الإنتيروكرينين Enterocrini الذي يفرز بتأثير نواتج الهضم الجزئي للبروتينات (البتونات) الموجودة في الغذاء والذي ينبه بدروه جدار الأمعاء الدقيقة بأكملها لصب افرازاتها الهاضمة من أجل ؛ مام عملية هضم الغذاء.

• ١ _ الغدد الصنوبرية Pineal Glands

الفدد الصنوبرية هي غدد بيضاء صغيرة الحجم شكلها يشبه كوز الصنوبر. ويعلق عليها أحياتا الجسم الصنوبرى Pineal Body. وهي توجد على السطح العلوى للميخ، بين نصفى الكرة الحقية. وتتصف بكثرة الأوعية الدموية المتصلة بها، مما يدل على قيامها بنشاط فسيولوچى هام وكبير. لكن هذا النشاط لم يعرف بشكل دقيق، إلا أن الأبحاث أشارت مؤخراً إلى أن استئصال هذه الفدد يودى إلى يخول الحيوان الصغير إلى بالغ. مما دعا بعض العلماء للافتراض بأن لهذا الغدد علاقة بمنع النصوج الجنسى عند الحيوان. كما يعتقد آخرون أن جزءاً معيناً من هذه الغدد هو بمثابة العين الثالثة في الحيوانات الفقارية البدائية الجزء للصوء. كما بحث أن هذه الغدد تغرز هرمون الميلاتونين Melatonine المذي يعطى كائنات كثيرة كالبرمائيات مثلا لون جلدها المميز.

۱۱ ـ الغدة الزعرية (اليموسية) Thymus Gland

استمد اسم هذه الغدة من شكلها. إذ تعنى كلمة Thymos في اليونانية القديمة نبات الوعتر. ولما كانت الغدة تشبه أزهار الزعتر فقد سميت بالزعترية. وهي نقع خلف عظمة القص في أعلى الصدر عند تفرع القصبة الهوائية إلى شعبتين فوق القلب. وهي توجد كبيرة الحجم في الانسان ومعظم الفقاريات أثناء كرحلة العلفولة أو الصغر. وتصل إلى أقصى حد لها عند سن البلوغ، ثم تبدأ في الضمور مع تقدم العمر إلى أن تختفي في مرحلة الرجولة أو اليفاعة.

وتفرز هذه الفدة هرموناً عديد الببتيد يسمى الزعترين أو التيموسين Thymosin ، يلعب دوراً في إكساب الجسم مناعة ضد الأمراض. وقد ذكر أخيراً أن هذه الفدة مصدر للخلايا اللمفية التي تسبح مع تيار الدم وتستقر في اللجال والغدد اللمفية وتصبح مسئولة عن انتاج الأجسام المضادة اللازمة لمفاومة الأمراض. وقد استخلص منها حاليًا مادة تدعى THF تستعمل بنجاح في علاج نقص المناعة الناتج عن مرض الإيدز.

Heart القلب ۱۲

اكتشف في السنوات القليلة الماضية أن القلب أكثر من مجرد مضخة فه وغدة صماء أيضاً. إذ يفرز هرمونا ببتيدياً قويا يدعى العامل الأدنيي الخوج للصوديوم (Atrial Natriuretic Factor (ANF). ويلمب هذا الهرمون دوراً هاك للصوديوم والبرتاسيوم. كما ينظيم ضغط اللم وحجمه وفي اخراج الماء والصوديوم والبرتاسيوم. كما يؤر على نطاق واسع في الأوعية الدموية والكيتين والغنين الكظيمتين والجسم من مناطق المتنظيم في المنز أوجاجي للمين والذي يشبه اللمف) وعدد كبير بمواقع مختلفة تعمل على التحكم في ضغط الدم وتنظيم الصوديوم والماء. وأما في منطقة تحت السرير البصرى فإن هذا العامل يشط افراز هرمون الفازوبرسين في منطقة تحت السرير البصرى فإن هذا العامل يشط افراز هرمون الفازوبرسين الذي يختزن في الفص الخففي من الغدة النخامية ويعمل مضاداً لإدرار البول ومضيناً للشعيرات الدموية. ويسبب العامل استرخاء الخلايا العضلية الملساء في جدران الأوعية الدموية. كما يشط افراز هرمون الألدوستيرون (الذي يعمل على زيادة ضغط الدم) من الغدتين الكظريتين. كما ينبه الكليتين لزيادة طرد الصوديوم والماء من الخدتين الكظريتين. كما ينبه الكليتين لزيادة طرد الصوديوم والماء من المدتين الكلوبيونين الميدة والجامة في الكلة.

ويفسر هرمون العامل الأذيني الخرج الصوديوم ANF ما يحدث من اخراج للصوديوم وما يلازم ذلك من إدرار للبول. إذ لوحظ أن اخراج الصوديوم وما برافقه من ادرار للبول يتبع تمدد الأذينين اللذين يستقبلان الدم من الأوردة الرئوية أو الوريد الأجوف ويرسلانه إلى البطينين المجاورين. ولقد أشير إلى هذا الهرمون على أنه العامل الثالث باعتبار أنه يتمم نشاط عاملين معروفين ينظمان ضغط الدم وحجمه وهما هرمون الألدوستيرون وترشيح الدم بواسطة الكليتين.

وقد كانت الخطوة الأولى لهذا الاكتشاف عندما لوحظ وجود جسيمات كثيفة في خلايا العضلات القلبية لأذيني قلب خنزير غينيا. ثم لوحظ ذلك في قلوب جميع الثدييات حتى الانسان أيضاً، ثم تؤكد أنها حبيبات خازنة تشبه قلوب جميع حبيبات الخزن في خلايا الفلد الصماء (شكل ٤٣). ثم تبين ازدياد عدد هذه الحبيبات في الخلايا القلبية الأذينية عندما تقل كمية الصوديوم في طمام الحيوان. وهذا يمني أن الحبيبات لابد.أنها تخزن مادة ما لها علاقة بتوازن الصوديوم، ثم قام بعض الملماء بحقن محلول مسحوق متجانس من أذينات فأر في خزان أخرى فلاحظوا ادراراً للبول واخراجاً للصوديوم بشكل سريع وغزير ولمذة قصيرة. وهكذا استنتجوا أن الأذينين يحتوبان في الحقيقة على عامل يؤيد من معدل هذين التأثيرين، وأطلقوا عليه اسم العامل الأذيني المخرج للصوديوم.





شكل (٩٣) حييات هرمون العامل الأديني الخرج للصوديور ANF المتواذة في إحدى بحلايا المضلات القلبية للفار (مكبرة ١٩٠٠ و مرة)

ثم وجد الباحثون أن ما يحتوى عليه الأذين الأيمن من الحبيبات يبلغ ضعفى ما يحويه الأذين الأيسر منها في الفئران. وتتركز الحبيبات بشكل كبير بإقرب من سطح القلب وفي المناطق الخارجية من الأذينين. لكتها لم توجد نط في بطيني قلب الفأر أو من الثديبات الأخرى، إلا أنها اكتشفت في بطيني وأذي قلوب الأنواع غير الثديبة كما أمكن إلبات علاقتها باخراج الصوديوم وادوار البول في هذه الأنواع. ثم قام أحيراً مجموعة من العلماء يعزل هذا الهرمون، فوجد أنه يتألف من نواة ذات ٢٨ حاصفاً أمينياً.

النصل الثلث حشوء الحواكسسسسسة

THE STATE OF THE PARTY OF THE P

مفهوم الحركة

الحركة Movement هي ناج عمل الجهاز الحركي الذي يشتمل على مجموع عضلات الجسم، أي أن العضلات هي المسؤولة عن حركة الأجزاء المنافقة في الجسم.

الوحدة التركيبية في الجهاز الحركي

الوحدة التركيبية في الجهاز الحركي هي المضلة Muscle. والمضلات عبارة عن مجموعة من الأنسجة المضلية تمتاز بقدرتها على الانقباض والانساط. لذا فإنها تمكن الجسم من القيام بحركاته المكانيكية. وتتركب المضلة نسيجياً من عدد كبير من خيوط رفيمة متماكة مع بمضها تسمى الأياف العضلية Muscle Fibres . وكل ليفة عضلية تختوى على ليفات عضلية Muscle Fibrils or Myofibrils . يتراوح عدها ما بين ألف والفي لييفة مرتبة طولياً وموازية للمحور الطولي للعضلة، بالإضافة إلى عدد كبير من الأنوية.

وتخاط كل ليفة عضلية بغشاء رقيق يفصلها عن الألياف العضلية المجاورة، ويسمى الغشاء العضلي Sarcolemma . أما بروبوبلازم اللييفة العضلية فهو مادة نصف سائلة تعرف بالسيتوبلازم العضلي أو الساركوبلازم Sarcoplasm والذي بداخله ينظمر عدد كبير من الليفات العضلية. وتتركب المضلة كيميائياً من حسوالى 148 ماه و 148 بروتين والباقى جليكوجين وأملاح معدنية كالبوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والفوسفور والمافسيوم. وبروتين المضلة يوجد على شكل خيوط رفيعة تسمى أكتين Actin وخيوط غليظة تسمى ميوسين Myosin . وللتوعين علاقة مباشرة باللية انقباض المضلة وانساطها، كما سيلى ذكره فيما بعد.

الألياف الحمراء والألياف البيضاء

في سيتوبلازم بعض الألياف العضلية Sarcoplasm يكثر وجود صبغ تنفسي يدعى الهيموجلوبين العضلي أو الميوجلوبين Myoglobin . وهو يعمل على نقل الأكسجين من الشعيرات الدموية إلى مواقع الأكسدة (الميتوكوندريا). ونظرًا لأن هذا البروتين يشبه هيموجلوبين الدم من حيث احتوائه على الحديد فإنه يعطى الألياف العضلية مظهرا أحمرا وتسمى العضلات الحمراء Red Muscle . أما الألياف التي ينقصها الميوجلوبين فتكون شاحبة أو بيضاء وتسمى Pale or White Muscle . وكل العضلات مختوى على كلا النوعين من الألياف العضلية. وللألياف العضلية الغنية باليوجلوبين قدرة عالية على الأيض التأكسدي مع فعالية عالية لدورة كربيس وأنريمات نقل الالكترونات. أما الألياف العضلية البيضاء فلها معدل عال من تخلل الجليكوجين اللاهوائي مع فعالية شديدة لإنزيمات تخلل الجليكوجين والفوسفوريليز. كما أن الألياف الحمراء أبطأ بكثير في فعلها الانقباضي، ولكن تتحمل إعياءًا Fatigue أقل مما تتحمله الألياف البيضاء. ونتيجة لهاتين الميزتين فإن الألياف الحمراء محورة بشكل جيد لانقباضات السكون Static Contractions كالوقوف لفترة معينة من الوقت، وذلك يتم من قبل العضلات الباسطة المزودة بكثير من الألياف الحمراء. أما التغيرات في وضع الأطراف أو الجسم نفسه فتتم بفعل الألياف البيضاء التي يكثر وجودها في العضلات القايضة.

تمنيف العضلات ووظائفها

تصنف العضلات إلى ثلاثة أنواع هي:

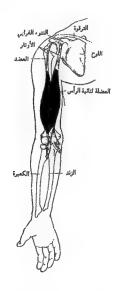
أولا_ العضلات الخططة Striated Muscles

وهى تبدو بخت الجمهر خلايا اسطوانية مستطيلة ترتبط مماً بنسيج ضام لتكون حزماً (شكل ٤٤) وهى تبدى تخطيطاً عرضياً فضلا عن تخطيطها الطولى (شكل ٤٦ و ٤٧). وتسمى أحيانا المصلات الارادية Voluntary Muscles لأنها تخضع فى حركاتها لإرادة الكائن الحي، لكنها قد تنقبض لا إراديا بغمل القوس الانعكاسى. كما تسمى أيضاً بالمضلات الهيكلية Skeletal Muscles لأنها تلتحم بالهيكل العظمى.

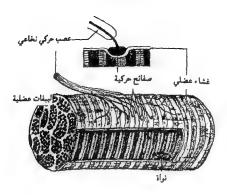


شكل (£2) المحلة الخططة

وترتبط المضلات الخططة (الهيكلية) مع العظام عن طريق الأوتار (شكل ٥٥). والوتر من التسبيج الضام، ويتكون من ألياف بيضاء كثيفة (غير مرنة). وتلتصش ألياف الوتر على غلاف الألياف العضلية بصورة محكمة جداً. وتتفرق ألياف المصب الداخل إلى المضلة فتشر نفسها بين آلاف الألياف العضلية. وبما أن عدد ألياف المضلة يزيد كثيراً على عدد ألياف العصب الحركى فإن الألياف العصبية تتفرع كل منها مرة أعرى، وتنغمد الفروع المصبية الطرفية الصغيرة الخالية من الغلاف النخاعى في الغشاء العضلى Sarcolemma وتكون تركيباً خاصاً يعرف بالصفيحة الحركية (شكل (٤٦). وقد مختوى كل خلية عضلية على معليمة المصيبة المفردة المرابعة المعمية المفردة المركبة المائية واحدة الأعصاب الوحدة الحركية Motor Unit مع كل الألياف العضلية المعملية الفائلة Functional Neuromuscular Unit.

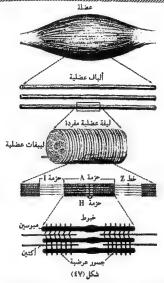


شكل (63) ارتباط المضلات الخططة (الهيكلية) مع المظام عن طريق الأوتار



شكل (23) العلاقة بين نهايات الألياف العصبية وليفة عضلية، لتكوين الصفائح الحركية والوحدة الحركية

والتخطيطات العرضية التى تبدو نخت المجهر في لييفات العضلات المخططة تكون نتيجة لتبادل الحزم المظلمة والحزم المضيئة (شكل ٤٧). ويعلق على الحزم المظلمة اسم الحزم متباينة الخواص Anisotropic أو حزم A، بينما يطلق على الحزم المضيئة اسم الحزم متساوية الخواص Isotropicأو حزم I. وتعرف الخطوط الكثيفة التى تقطع مركز كل حزمة I بخطوط ك، قاسمة الليبفات العضلية إلى وحدات أصغر. وتصطف الليفات المتجاورة بحيث يكون التخطيط في وضع منتظم أى يظهر كحزم مستمرة عبر الليبفة العضلية. وفي مركز لحزمة A توجد منطقة أقل كثافة تسمى منطقة H (شكل ٤٧)٠



التخطيطات المرضية (الحزم المعمة والمضية) في الليبقات العضلية المخططة وخموط اليوسين والأكتين

ولا تخضع المضلة من هذا النوع ككل لقانون الكل أو العدم All or بينما تخضع له اللييفة العضلية الواحدة. فهى عندما تنقبض فإنها تفعل ذلك بأقصى درجة بمكس العضلة ككل التى يمكن أن تتدرج قوتها في الانقباض. ويرجع ذلك إلى ازدياد عدد الألياف التى تقوم بالانقباض! ويساعد على تلاثم تركيب هذا النوع من العضلات مع وظيفته وجود الغشاء

العنلي Sarcolemma الذي يساعد على عزل كل ليفة عضلية عن الأخرى بهث تنقبض ليفة عضلية بمعزل عن انقباض الألياف العضلية الجاورة لها.

النوات المصاحبة للانقباض

وعند انقباض هذه العضلات مخدث عند تغيرات كهريية وميكانيكية رحوارية وكيميائية. وأهم هذه التغيرات هي التغيرات الكيميائية، التي تتلخص نِما يلي:

يعمل إنزيم أكتوميوسين Actomyosin على إطلاق الطاقة من مركب أينوسين ثلاثي الفوسفات ATP الذي يعتبر المصدر السريع للطاقة اللازمة النفاض العضلة:

ثم يعاد تكوين مركب أدينوسين ثلاثى الفوسفات ATP مرة أخرى، وذلك من خلال تفكك المركب الخازن للطاقة كرياتين فوسفات:

 Creatine Phosphate +
 ADP
 -> Creatine +
 ATP

 أديوسين
 كرياتين فوسفات
 كرياتين فوسفات

 لاجم الفوسفات
 ثنائى الفوسفات

كما يتحلل جليكوجين العضلات إلى حامض بيروڤيك وحامض لاكتيك انظلق قدر من الطاقة، إلا أن ذلك يتوقف على غياب الأكسجين أو وجوده.

أ ـ في حالة غياب الأكسجين

عند تخلل الجليكوجين إلى حامض لاكتيك تنتج كمية قليلة من الطاقة تكفي لتكوين كمية قليلة من الكرياتين فوسفات. وهذه تكفي لكي تنقيض المضلة في غياب الأكسجين. وبالطبع يتراكم حامض اللاكتيك نتيجة لتحلل كميات من الجليكوجين. ويتسبب تراكم حامض اللاكتيك في إجهاد العضلة Muscle Fatigue. ويمكن إيجاز ما ينتج عن انقباض العضلة في حالة غياب الأكسجين في هاد النقاط:

١ _ استهلاك الجليكوجين وتراكم حامض اللاكتيك بدلا منه.

٢ _ نقص الكرياتين فوسفات بسبب عدم تكون طاقة تكفى لإعادة بنائه.

سنقص أدينوسين ثلاثى الفوسفات ATP وتراكم أدينوسين ثنائى الفوسفات
 ADP والفوسفات P.I.

ب_ في حالة وجود الأكسجين

في هذه الحالة يدخل حامض اللاكتيك أو حامض البيروثيك في دورة كريس حيث يتأكسدا هوائيا إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وتنطلق كمية كبيرة من الطاقة. وهذه الأكسدة الهوائية ضرورية للمضلة، فمن خلالها تستطيع أن تقوم بشغل أكبر ولمدة أطول بما تقوم به في غياب الأكسجين. إذ في وجود الأكسجين يحترق - كمية حامض اللاكتيك ويعطى طاقة تعمل على إعادة بناء الجليكوجين العضلي من بقية أو الحامض. كذلك يساعد في تكوين الكرباتين فوسفات والأدينوسين ثلاثي الفوسفات، وهما من المكونات عالية الطاقة. ويمكن إيجاز مصير حامض اللاكتيك في حالة وجود الأكسجين فيما يلى:

ا حضرق الحامض إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وينطلق قدر كبير
 من الطاقة.

إ_ نعمل هذه الطاقة المنبعثة على تحويل حامض اللاكتيك المتبقى إلى
 جلكوجين عضلي.

إرتممل هذه الطاقة أيضاً على إعادة بناء المواد عالية الطاقة : الكرياتين فسفات والأدينوسين ثلاثي الفوسفات.

إ. يسرى جزء من حامض اللاكتيك في الدورة الدموية على هيئة لاكتات الصرديوم Sodium Lactate حيث يمر بدورة تسمى دورة حامض المركتيك Cod Cycle أو دورة كورى Cod Cycle (شكل ٢) التي تتلخص في أن جزءاً من حامض اللاكتيك يصل إلى الكبد ويتحول إلى جليكوجين كبدى يتحول بدوره إلى جلوكوز ينطلق في الدم ويصل إلى المصلة ثانية ويخترن فيها على هيئة جليكوجين عضلي. كما يصل جزء من حامض اللاكتيك إلى القلب الذي له القدرة على الاستفادة من هذا الحامض.

الله العضلات غير الخططة Unstriated Muscles

العضلات غير الخططة أو أحياتاً الملساء Smooth Muscles لا تهدى تحت المهر أية خطوط عرضية. وتظهر كل ليفة منها على شكل خلية مغزلية مختوى على نواة مركزية الموقع (شكل ٤٨) وهي تسمى أحياناً المضلات اللإرادية المعناك (Unvoluntary Muscles الأنها تتحرك بدون إرادة الكائن الحي. كما تسمى أحياناً بالعضلات الحشوية Visceral Muscles لأنها توجد غالباً في جدار الأخداء وجميع الأعضاء المجوفة بشكل عام مثل المثانة البولية والرحم والأوعية المعربة والعضلات المجركة للشعر وعضلات العين ما عدا لعضلات العدية.

وتتميز هذه العضلات بقدرة كبيرة على التمدد، كما يحدث في المثانة أبولية التي تستطيع اختزان كميات كبيرة من البول نتيجة لتمددها، وكما بعدت في الرحم الذي يستطيع احتواء جنين متزايد الحجم مع النمو.



شكل (£4) المجلة فير اقططة

ويغذى الجهاز المصبى الذاتي هذا النوع من المضلات بنوعين من الألياف العصبية الحركية، هما الأعصاب المشطة والأعصاب المهيطة. وتستطيع هذه المضلات أن تنقيض تلقائياً وبدون الأعصاب، لأن هذا الانقباض ينشأ بداخلها. وإذا قطع العصب المغلى للمضلة فلا يصيب العضلة الضمور مثلما يحدث في حالة المضلات الخططة.

العالم المصلات القلبية Cardiac Muscles

توجد هذه العضلات في جدار القلب فقط وهي ذات صفات وسط بين التوعين السابقين. إذ أنها مخططة، ولها في كل ليفة منها نواة مفردة ولكنها لا إرادية (شكل ٤٩). ومن الصفات المميزة لهذه العضلات أنها تتبع في انقباضها قانون الكل أو العدم All or None Law. فهي تنقبض كلها كما لو



شكل (٤٩) المصلة القلسة

كانت ليفة عضلية واحدة. حيث أنها تتصل ببعضها على شكل مدمج خلوى. ولذلك تنتقل السيالات العمبية بسهولة وتخدث الإثارة في كل أجزاءها.

وتستمد العضلات القلبية طاقتها من حرق الجلوكوز أو حامض اللاكتيك الموجود في الدم. وهذان يردان إلى القلب عن طريق الشميرات الدموية التي تغذيه. وتميل المعضلات القلبية إلى استهلاك حامض اللاكتيك عن الجلوكوز. وفي أثناء فترات الاجهاد حيث يحتاج القلب إلى مزيد من الوقود تنتج المضلات المختلطة كميات كبيرة من حامض اللاكتيك نتيجة لاجهادها وعدم توفر الأكسجين الكافى لحرقه، فيصر هذا الحامض إلى الدورة الدموية حيث يلم جزء منه إلى القلب ليمده بحاجته من هذا الحامض.

وعلى المكس من المضلات المخططة التي تعتمد على الجليكوجين الموجود بها ليمدها بالطاقة فإن العضلات القلبية لا تلجأ إلى استهلاك محتواها من الجليكوجين إلا عند الضرورة. ويتمطل عمل العضلات القلبية في غياب الأكسجين، وذلك لعدم قدرتها على الاستفادة من الجليكوجين المختزن بها وعميله إلى حامض لاكتيك.

THE CONTRACTOR OF THE PROPERTY OF THE PROPERTY

وتعتمد العضلات على وجود الأملاح غير العضوية في الوسط المحيط, وذلك يتركيزات معينة وإلا اختل عملها. وهذه الأملاح هي :

_ البوتاسيوم الذي يقلل من سرعة القلب.

ـــ الكالسيوم الذي يزيد من سرعة القلب ويقوى انقباضه بسرعة. ولهذا فإنه عند حقن الكالسيوم في الوريد فإنه يمطى ببطء شديد.

_ الصوديوم الذي يحافظ على سرعة القلب.

ولا تعتمد العضلات القلبية في انقباضها على الجهاز العصبي المركزى، وذلك على عكس الصفالات الخططة. والدليل على هذا أن القلب يظل ينقبض بقوة لمدة طويلة بعد موت الحيوان أو إذا نقل من جسم الحيوان أو إذا تقل من جسم الحيوان أو إذا والمعين الانسان حقن بمخدر يشل نهاياته المعمية. كما وجد أن القلب في جنين الانسان والطيور يبدأ في الانقباض في المراحل الجنينية المبكرة قبل أن تصل الأعصاب أي أن المعنية تقوم يلاتها بالانقباض عضلات القلب بأنه انقباض ذاتي أن المانية تقوم يلاتها بالانقباض. وعلى الرغم من قدرتها على الانقباض الذاتي، إلا أن سرعة وقوة الانقباض تخضع لميطرة الجهاز العصبي الذاتي. ومن ذلك يتضع أن المضلات القلبية تتزود بنوعين من الألياف العصبية، أحدهما مير والآخر مهبط، وكلاهما من الجهاز العصبي الذاتي، أما العضلات الخططة فتتزود بنوع واحد من الألياف العصبية تأتي إليها من الجهاز العصبي المركزي.

التناسق الحركي

لكى يتم تناسق الحركات المختلفة للجسم لابد من تعاون ثلاثة أجهزة رئيسية هي :

 الجهاز العصى: وهو يعطى الأوامر على شكل سيالات عصبية إلى المضلات ذات العلاقة، فتستجيب تبعاً لذلك بانقباضها أو انبساطها. ويخرج من كل خلية عصبية ليفة عصبية ذات محور وسطى طويل يدخل مع مثات إلحاور إلى داخل المصلة، حيث يتفرع إلى تفرعات نهائية قد تصل إلى الأفين، بحيث يصبح لكل ليبفة عصلية ليبفة عصبية. وتنتهى الليبفة المصبية في الليبفة المصبية في الليبفة المصبية في الليبفة المصبية إلى ماركوبلازم الليبفة المصبية إلى ماركوبلازم الليبفة المصبية الليبفة المصبية التألياف المصلية للتألير المصبي كوحدة واحدة. وتمتصد درجة القوة الناتجة عن انقباض المضلية اللي المصبي كوحدة واحدة. وتمتصد درجة القوة الناتجة عن انقباض المضلية اللي المتجاب للتأثير المصبي.

ا الهال الهكلي: وهو يشكل مكانًا مناسبًا لاتصال العضلات بالعظام. وللمفاصل دور هام في حركة أجزاء الجسم المختلفة.

إ. المهالات: وهي المسؤولة عن الحركة كالمد والثني والإيماد والتقريب والدوران. كما يطلق على المضلات أسماء تتناسب وخصائعها المتنوعة. فمنها ما يسمى حسب شكلها أو حسب مجمها أو حسب موضعها أو حسب وظيفتها.

العفيز العصبى للعضلات

 وهي تختزن مواد كيميائية تسمى بالنواقل التشابكية Synaptic Transmitters وهكذا تلتصق نهايات التشعان الطرفية العصبية التصاقا محكما باللييفة العضلة لكنها تبقى دائماً خارج الفشاء الليفي العضلي. وبناءً على ذلك فإن وصول السيال العصبي - عبر المحور العصبي - يؤثر على الحوصلات التشابكية، فتفى: محتواها من المواد الناقلة (الأستيل كولين Acetyl Choline) التي لا تلبث أن تسبح بدورها في الفراغ الموجود بينها وتصبح في تماس مع اللييفة العضلية الإرادية. وبالتالي تسبب تلاشي فرق الجهد على غشاء اللييفة العصبية وانعكاسه، بمعنى أن داخل الغشاء الليفي العضلي يصبح موجبًا بالنسبة لخارجه وذلك لزيادة نفاذية غشاء اللييفة العضلية لأيونات الصوديوم فتدخل بسرعة إلى داخل غشاء الليبفة العضلية. وهذا يؤدي إلى انقباض العضلة. وعندئذ يوصف غشاء الليبفة العضلية بحالة اللا استقطاب Depolarization . إلا أن فرق الجهد على غشاء الليبغة يعود إلى وضعه الطبيعي بعد جزء ضئيل من الثانية وذلك بفعل إنزيم الكولين استيريز Cholinesterase الذي يتوفر وجوده في نقاط الاتصال العصبي العضلي والذي يعمل على تخطيم الاستيل كولين فيحوله إلى كولين وحامض خليك. وبالتالي يبطل عمل الاستيل كولين وتعود نفاذية غشاء الليبفة العضلية إلى وضعها الطبيعي في حالة الراحة وتكون عندئذ مهياة للامتجابة للحفز العصبي مرة أخرى.

آلية انقباض العضلات

وضع عالم الأحياء الانجليزى هكسلى فرضاً لتفسير آلية انقباض العضلة المخططة، يدعى فرض الخيوط المنزلقة. ويعتمد هذا الفرض على التركيب المجهرى الدقيق لألياف العضلة. إذ أن كل ليفة عضلية تتكون من نوعين من الخيوط البروتينية الأولى خيوط وفيعة تدعى بالخيوط الأكتينية Actin والثانية خيوط غليظة تدعى بالخيوط المروتينية Myosin (شكل 60). وبعد مقارنته

للهذة عضلية في حالة انقباض بأخرى في حالة الراحة استنتيج أن الخيوط المربنينية المكونة للمضلة (الأكتين والميوسين) تنزلق الواحدة فوق الأخرى ليسبب انقباض المضلة. إلا أن هذا الفرض لا يستطيع تفسير آلية انقباض المضلة. وذلك لاختلاف ترتيب الخيوط البروتينية المكونة لألياف المضلات الماساء عن ترتيب نظائرها في المضلات الإرادية، علاوة على أن بهض التقارير العلمية الحديثة تشير إلى أن الخيوط البروتينية في ألياف المصلات الإرادية، كلوف المصلات الإرادية، علاوة على أن المضلات الإرادية، علاوة على الارادية، عليه العضلات الإرادية، المشلات الإرادية، المسلات الإرادية، المسلات المشلات المشلات الإرادية، المشلات الإرادية، المشلات الإرادية، المشلات الإرادية، المشلات الرادية، المشلات الرادية، المشلات المشلا

أما بالنسبة لعمل العضلات الهيكلية من الناحية المورفولوجية فإن هذه المنشلات إما قابضة (مقربة) أو باسطة (مبعدة)، وعمل العضلة يكون بانتجاه مناير أو مضاد للعضلة الأخرى، أى أنه إذا كانت العضلة الأولى تقبض أو تثنى المنصل أو ترتب المنظمين فإن العضلة الأخرى تعمل على انبساط المفصل أو إماد العظمين وهكذا.

ولقد وجد أنه إذا كانت انقباضات المضلة سريعة ومتتالية فإن الدم لا يستطيع نقل الأكسجين بالسرعة الكافية ليفي باحتياجات المضلة كي تقوم بمملية التنفس وانتباج الطاقة. ولذا تلجأ المصلة إلى تخليل محتواها من المطيكوجين إلى جلو كوز. وهذا الأخير لا يلبث أن يتأكسد بطريقة التنفس اللاهوائي لإنتاج طاقة تعطى العضلة فرصة أكبر للممل. ولكن هذه المملية لا تستمر مدة طويلة. إذ أن الانسان سرعان ما يشعر بالتعب أو الإجهاد Fatigue وذلك نتيجة لتراكم حامض اللاكتيك في المضلة. عما يضطر عندها الشخص للتوقف عن الحركة حتى تصل كمية كافية من الأكسجين لتقوم بعملية التفس الهوائي الذي ينتج طاقة كبيرة جدا إذا ما قورنت بالطاقة الناتجة عن علية التنفس اللاهوائي.

الغصل الرابع عشو التكاشـــــر Reproduction

الفصل الرابع عشر : التكاثر

مفهوم التكاثر

التكاتر Reproduction هو العملية التي يحافظ من خلالها الكائن الحي على نوعه بإنتاج أفراد من نفس هذا النوع. وفي الحيوانات الراقية والانسان تتخصص بعض الخلايا لأداء عملية التكاثر وتسمى الخلايا التناسلية أو الأمشاج Gamets. وهي عبارة عن نوعين؛ خلايا تناسلية ذكرية تسمى حيوانات منوبة Sperms وخلايا تناسلية أثنوية تسمى بريضات Ova. وتنتج هذه الخلايا التناسلية من أعضاء تسمى المناسل Gonads. والمناسل إما خصيتان في حالة الأنثى.

الجهاز التناسلي الذكرى Male Reproductive System

يتسركب الجهاز التناسلي الذكري (شكل ٥٠) من الأعضاء التالية:

Testes الخصيتان - ا

الخصيتان هما غدتان بيضاويتا الشكل، تقعان خارج الجسم بداخل كيس خاص يسمى كيس الصفن Scrotum. ويعمل هذا الكيس على حماية الخصيتين وتوفير درجة الحرارة الملائمة لانتاج الحيوانات المنوية، لذلك فهو يتمدد ويتقلص حسب حرارة الجو. وتخرج الخصيتان من داخل جسم الجنين قبل ولادته بشهرين. وإذا ظلتا داخل التجويف البطنى فإن الانسان يصاب بالمقم لعدم توافر درجة الحرارة الملاتمة لانتاج الحيوانات المنوية. وتتركب كل خصية من أنيبوبات دقيقة تلتف على بعضها رتسمى الأنيوبات المنوية Exeminiferous. ووظيفة الأنيبوبات. Tubules. ووظيفة الأنيبوبات المنوية انتاج الحيوانات المنوية. ويمتلىء الفراغ بين الأنيبوبات المنوية بخلايا يينية المنوية الحيوانات المنوية بخلايا لينية Leydig Cells وتقوم بإفراز الهرمون المدكري تستومتيرون Testosterone المسئول عن إظهار الصفات الجنسية المدكرية الثانوية.

ويداً تكوين الحيوانات المنوبة في جميع الأبيوبات المنوبة أثناء فترة البلوغ. ويتم ذلك بتأثير الهرمون المحفز للحوصلة FSI الذى يفرز من الفص الأمامى للفدة. ويحتوى كل سم واحد من السائل المنوى على ١٠٠ مليون حيوان منوى. وإذا قل عددها عن ٢٠ مليون اسم من السائل المنوى يحدث العقم. أما إفراز الهرمون الدكرى تستوستيرون Testosterone فيكون تخت تأثير الهرمون الهفز للخلايا المينية (Interstitial Cell-Stimulating Hormone (ICSH) والذى يسمى أحيانا بالهرمون المحفز لتكوين الجسم الأصفر (Luteinizing Hormone (LH).

Y_ البربخ Epididymis

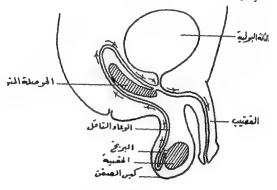
البريخ هو قناة شديدة الالتواء تتصل بقاعدة الخصية. وهي تعتبر محل نضج وخزن الحيوانات المنوية قبل مرورها إلى الوعاء الناقل.

۲ ـ الوعاء الناقل Vas Deferens

الوعاء الناقل هو القناة التي تلى البربخ، ويحتوى على عضلات لا إرادية، مما يجعله يتحرك حركة دودية تعمل على نقل الحيوانات المنوية من البربخ إلى مجرى البول عند اتصاله بالمثانة البولية.

القطيب Penis

وهو عضو الجماع في الذكر، ويعمل على توصيل الحيوانات المنوية إلى مهبل الأنثى عن طريق مجرى البول الذي يعمل في الذكر كفناة بولية بتاسلية معاً.



شكل (٥٠) الجهاز التناسلي الذكرى للانسان (الأسهم توضح مسار الحيوانات المذوبة من موقع تكوفها داخل الحصييين إلى محارج الجسسم)

ه ... الفند اللحقة Accessory Glands

وهى ثلاث غدد تصب افرازها على الجوانات للنوبة خلال سيرها من الخصيتين إلى خارج الجسم (شكل ٥١) ويسمى المزيج بالسبائل المنوى Semen. وهذه الغدد هى :



الغدد الملحقة بالجهاز التناسلي الذكرى للانسان

أ_ الحوصلة المنوية Seminal Vesicle

تتألف الحوصلة المذوية من كيسين يقعان عند نهاية الوعاء الناقل ويفتحان في القضيب عند اتصاله بالمثانة البولية. وتفرز الحوصلة المنوية سائلا لبنيا قاعديا يممل على معادلة حصوضة الحيوانات المنوية الآلية من الخصيتين ويسهل حركتها، ويساهم في تغليتها لاحتوائه على سكر الفركتوز. ويتم افراز الحوصلة المنوية من خلال قناة قاذفة Ejaculatory Duct.

ب_غدة البروستاتا Prostate Gland

غدة البروستاتا هى غدة كبيرة الحجم نسبيا، ويبلغ قطرها حوالى ٤ سم، وضيط بعنق المثانة كالحلقة. وتفرز سائلا لزجاً يشبه افراز الحوصلة المنوية فى كونه قاعدياً يعمل على معادلة الحموضة التى قد تخدث من جراء مرور البول فى القناة البولية. ولافراز البروستاتا قدرة على امتصاص غاز ثانى أكسيد الكربون الذى ينبعث نتيجة لنشاط الحيوانات المنوية. إذ أن تراكم هذا الغاز يقلل من نشاط الحيوانات المنوية. ويصل افراز البروستاتا إلى مجرى البول عن طريق ثقوب صفيرة كثيرة العدد تفتح فيه.

و_ غدتا كوبر Cowpor's Glands

غدتا كوبر هما تركيبان صغيران بحجم حبتى بازلاء ولونهما أصفر وهان أسفل البروستاتا. وافراز هاتين الغدتين قاعدى ويحدث أتناء التهيج أو اجماع الجنسى، ويعمل على معادلة الحامض الذي قد يوجد في مجرى إبول للذكر أو في مهبل الأنثى

الجهاز التناسلي الأنثوى Femule Reproductive System

يتركب الجمهاز التناسلي الأنشوى في الانسان (شكلا ٥٣ و٥٣) من العشاءالتالية:

Ovaries الميضان ١

المبيضان جسمان صغيران، كل منهما يبدو بشكل وحجم حبة اللوز. يهمان في الجهة الظهرية من التجويف البطني. ووظيفة المبيضين الأساسية هي
التاج البويضات Ova ، بالإضافة إلى افراز الهرمونات الجنسية الأنشوية
(الإستروجينات) المسئولة عن اظهار الصفات الجنسية الأنثوبة الثانوية، وافراز
هرمون الجسم الأصفر الذي يمنع تكون بويضات جديدة ويهيء الرحم
لامتقال الجنين في حالة حدوث الإخصاب.

Y- قناة البيض أو قناة فالوب Oviduct or Fallopian Tube

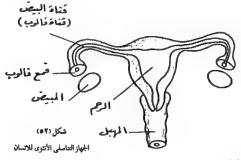
هى قناة رفيمة يصل طولها إلى حوالى ١٠ سم. وهى كثيرة التعاريج اللاخلية ومبطنة من الداخل بغشاء مخاطى وأهداب كثيرة ولها قمع يلاصق المبض ومن خلاله تلتقط البويضة عند سقوطها من المبيض فتمر فى قناة البيض حيث يحدث الإخصاب فى ثلثها القريب من القمم.

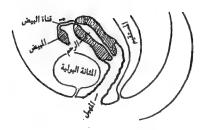
T الرحم Uterus

هو عضو عضلى أجوف. يتألف من قسمين علوى يتصل بقتاتى البيض يسمى الجسم وسفلى إلى المهبل ويسمى العنق. ومن خلال هذا العنق تدخل الحيوانات المنوية لكى تخصب البريضة. وجدران الرحم سميكة وعضلية ومطنة بغشاء مخاطى يسمى بطانة الرحم كل شهر لاستقبال البويضة الخصبة. فإن حدث إخصاب يتهيأ الرحم لإنبات البويضة ونمو الجنين، وإن لم يحدث تتحطم بطانة الرحم ويسيل الدم فيما يسمى بالحيض أو الطحث Menstruation.

الهبل Vagina _ 4

المهبل تناة عضلية ليفية مطاطية. وعضلاته ملساء، بعضها طولية وبعضها دائرية. وهو يوصل بين الفتحة التناسلية الخارجية (الفرج) والرحم، وعند الأنثى العذراء تقفل فوهة المهبل كلياً أو جزئياً بغشاء البكارة Hymen. وتختوى بطانة المهبل على خلايا تفرز عند الجماع سائلا يحتوى على حامض اللاكتيك الذي ينتج عن مخلل الجليكوجين. ويمنع هذا السائل تكاثر الجرائيم في المهبل.





شكل (٥٣) مقطع طولي في الجهاز التناسلي الأنتوي

- الأعضاء الجنسية الثانوية الأنثوية Female Secondary Sex Organs.
 الفرج Vulva : وهو الفتحة التناسلية الخارجية المثلثة الشكل والتي توصل إلى المهبل.
- ب ـ جبل الزهرة Mons Veneris: وهو جزء دهنى تخت الجلد على الناحية الأماميةللمانة.
 - جــ الشفران الكبيران Labia Majora: وهما ثنيتان جلايتان على جانبي الفرج.
- د الشفران الصغيران Labia Minora: وهما ثنيتان جلديتان أسفل الشفرين الكبيرين وتخيطان بالفرج من الداخل. ويلتقيان من الأمام فيكونان ما يسمى بقلنسوة البظر Preduce of Clitoris.
- البظر Clitoris : وهو عضو صغير بحجم حبة الحمص، شديد الحساسية
 ويلعب دوراً أساسياً في النهيج الجنسي ويقع في أعلى فتحة الفرج.

دورة المبيض Ovarian Cycle

يحتوى المبيضان في الفتاة غير البالغة على حوصلات غير ناضجة تسمى

الحوصلات الأولية Primary Follicles ، بكل منها بويضة غير ناضجة. وعند عمر الثانية عشر تصل الفتاة إلى البلوغ. فتنضج هذه الحوصلات والبويضات التي فيها بمعدل واحدة كل ٢٨ ± ٢ يومًا. ويطلق على الحوصلة الناضجة التي تختوى على بويضة ناضجة اسم حوصلة جراف التاضجة Mature Graafian Follicle . وفي الغالب لا ينضج سوى حوصلة واحدة من كل ألف حوصلة بينما تتحلل باقي الحوصلات الأولية وتختفي. ويطلق عليها آنذاك اسم الحوصلات المتحللة Atretic Follicles . وخلال أربعين سنة بعد البلوغ تنضج بويضة واحدة كل شهر وتخرج من المبيض. وعندما تصل المرأة إلى منتصف أو آخر الأربعينيات (سن اليأس Menopause) تتوقف عملية خروج البويضات الناضجة من المبيض. ويطلق على عملية خروج البويضة من المبيض التبويض Ovulation. ويرافق هذه العملية عدة تغيرات يطلق عليها الدورة الشهرية أو الطمث أو الحيض Menstrual Cycle ، وذلك لأنها تحدث مرة كل شهر تقريبًا وتنفجر الحوصلة الناضجة وتقذف بالبويضة الناضجة في تجويف البطن في اليوم الرابع عشر من بداية الدورة الشهرية. وتلتقط هذه البويضة بواسطة قمع فالوب الذي في نهاية قناة البيض. وبعد عملية التبويض مباشرة تمتلىء الحوصلة التي انفجرت باللم ويتكون ما يطلق عليه الجسم النزيفي Corpus Haemorrhagicum الذي سرعان ما يتحول إلى الجسم الأصغر Luteum نتيجة تخول خلاياه إلى خلايا صفراء غنية بالليبيدات تفرز هرمونات البروجيستيرون والاستروجينات.

فإذا لم يحدث إخصاب مرت البويضة من قمع فالوب الذى التقطها إلى قتاة البيض ومنها إلى الحرم ومنه إلى المهبل ثم إلى الخارج مع قليل من اللم، ويبدأ البحسم الأصفر في الضمور والاضمحلال في اليوم الرابع والعشرين من الدورة ويحل محله نسيج ليفي يسمى الجسم الأبيض Abicans لكن إذا حدث إخصاب ويتم ذلك في ثلث قناة البيض القريب من قمع

فالوب .. يبقى الجسم الأصفر نشطاً وتنقطع الدورة الشهرية بعد ذلك فلا يحدث طيلة فترة الحمل ولا تبدأ من جديد إلا بعد الولادة.

الدورة الشهرية Menstrual Cycle

تعرف الدورة الشهرية بأنها سلسلة أحداث متنابعة تتكرر في أنهي الانسان والرئيسيات فقط، مرة كل شهر تقريدا ٢ × ٢٨ يوماً)، ويرافقها تغيرات غدث في الميض Ovarian Cycle ونغيرات أخرى تخدث في الميض Uterine Cycle ونغيرات أخرى تخدث في الرحم وتسسمي دورة المرحم Cuerine Cycle . وتشتق لفظة Menstrual من المحلمة اللاتينية Menstrual أى شهر. ويدأ ظهور الدورة عندما تصل الفتاة إلى طور البلوغ، وتظل تتكرر حتى تصل المرأة إلى سن اليأس (۴٠ - ٥٠ سنة تقرياً). ولا تنقطع الدورة طوال هذه الفترة من البلوغ حتى سن اليأس (۴ أثناء فترة الحمل.

وتنقسم الدورة الشهرية إلى ثلاث مراحل هامة (شكل ٥٤) هي :

ا .. مرحلة الحيض Menstrual Phase (أو مرحلة التحطيم Destructive Phase)

وهى الفترة التي ينزف فيها الدم وبدأ في اليوم الأول للدورة وتتنهى في اليوم الخامس منها. وفي هذه المرحلة تكون بطانة الرحم Endometrium قد ازداد سمكها وكثرت أوعيتها الدموية واكتفلت بالدم. وعند هذا الحد تتحطم بطانة الرحم وينزف ما بها من دم وتنسلخ طبقتها السطحية وتطود مع البويضة غير الخصبة إلى الخارج. وفي نهاية هذه المرحلة يكون معدل الهرمونات الجنسية (البروجستيرون والاستروجينات) في الدم منخفضاً جداً. ويدفع انخفاض هذه الهرمونات الفعى الأمامي للغذة النخامية لكي يفرز بكميات كبيرة الهرمونات المخسوصلات المخارج، والمهرمون المحفز للحوصلات الجارة والهرمون المحفز للحوصلات الجارة والهرمون المحفز للحوصلات مراكز عصبية افرازية في منطقة غت السرير البصرى الذي يفرز

هرموناً يحفز افراز هلين الهرمونين وهو الهرمون محرر الهرمونات المحفزة للمناسل Gonadotrophin Releasing Hormone GnRH ويقوم هرمونا FSH و LH بالعمل على نضج البويضات في المبيض.

Proliferative Phase مرحلة التعمير ٢

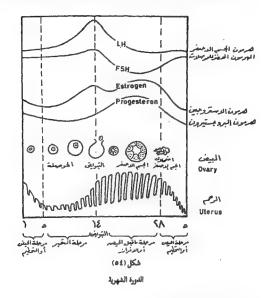
وهى الفترة التى تلى مرحلة الحيض، وتمتد من اليوم الخامس إلى اليوم الرابع عشر من الدورة. وخلال هذه المرحلة يممل هرمون FSH على تخفيز خلايا الحوصلات لكى تفرز الاستروجينات تدريجيا. وعندما يرتفع معدل هذه الهرمونات فى الدم تنمو بطانة الرحم التى كانت قد تخطمت فى المرحلة السابقة، ويزداد سمكها تدريجيا. كما تزيد غدد الرحم طولا، ولكنها لا تبدأ فى الافراز. ولما كان افراز هرمون إ FSH يتأثر بمعدل الاستروجينات فى الدم. وقبل نهاية هذه المرحلة (اليوم العاشر) يكتمل نمو حوصلة جراف والبيضة التى بها. وقبيل عملية التبويض بفترة قصيرة يزداد افراز هرمون الما والبيضة التى انفجرت حدوث عملية التبويض فى اليوم الرابع عشر وتخويل الحصلة التي انفجرت وخرجت منها البريضة إلى ما يطلق عليه الجسم الموحسلة التى انفجرت وخرجت منها البريضة إلى ما يطلق عليه الجسم الموجستيرون والاستروجينات. فيقوم البروجستيرون والاستروجينات. فيقوم عن نمو الأعضاء التناسلية الأنثوية كالرحم والمبيض والمهبل وعن الصفات الحسيم النائوية مثل نمو الثلايين وتراكم الذهن وتوزيع الشعر فى جسم الأنثى.

٣- مرحلة ما قبل الحيين Premenstrual Phase أو مرحلت الإفسير از Secretory Phase

وهى الفترة التي تلى مرحلة التممير، وتمتد من اليوم الرابع عشر حتى اليوم الثامن والعشرين من الدورة. وفي هذه المرحلة يكون قد تم تكوين الجسم الأصفر في المبيض محل حوصلة جراف التي انفجرت وخرجت منها البويضة، ويداً في افراز هرموناته الجنسية البروجستيرون والاستروجينات بكميات كبيرة ومتلرجة ثما يجعل معدلاتها تزداد تدريجياً في اللم. وبتأثير هذه الهرمونات يستمر نمو بطانة الرحم ويزداد سمكها وتكثر فيها الأوعية الدموية، كما تتعرج غدد الرحم ويبدأ نشاطها الافرازى، ونتيجة لارتفاع معدلات هرمونات البروجستيرون والاستروجينات ينخفض معدلا هرموني LH, FSH في الدم. ويتنبر هذه المرحلة هي مرحلة تهيأ الرحم لاستقبال البيضة الخصبة.

فإذا لم يحدث الإخصاب وبالتألى لم يحدث الحمل يبدأ الجسم الأصفر في الاضمحلال في اليوم الرابع والمشرين من الدورة ليحل محله نسيج ليفي يسمى الجسم الأبيض، وينخفض تبما لذلك معدل الهرمونات الجنسية التي كان يفرزها الجسم الأصفر في الدم. ولما كان يقاء بطانة الرحم يعتمد على وجود هذه الهرمونات الجنسية فينتج عن ذلك تحطم هذه البطانة وانسلاخ طبقتها السطحية وتدفق الحيض. وبذلك تعود الدورة إلى المرحلة الأولى أى مرحلة الحيض أو التحطيم مرة أخرى وتلفظ البيضة غير الخصبة إلى الخارج مع دم الحيض وبقايا النسيج المنسلخ.

أما إذا حدث الإخصاب فإن البيضة المخصبة تنفرس في جدار الرحم، ويقى الجسم الأصفر نشطا ويستمر في افراز هرموناته الجنسية (خاصة البروجستيرون) بكمية أكبر خلال الثلاثة أشهر الأولى من الحمل فتعمل على المحافظة على بطانة الرحم واستقرار البيضة المخصبة في جداره، كما يمنع هرمون البروجستيرون عملية التبويض طوال فترة الحمل. ولهذا تتوقف الدورة الشهرية طوال هذه الفترة ولا تبدأ إلا بعد الولادة. وبعد الأشهر الثلاثة الأولى تبدأ المنيمة في افراز هذه الهرمونات وتخل محل الجسم الأصفر في القيام بهذه الولونية وتصبح هي المصدر الرئيسي لانتاج هذه الهرمونات.



دررة الثبق Estrous Cycle

تعرف دورة الشبق بأنها سلسلة أحداث متتابعة مخدث في إناث الثديبات غير الانسان والرئيسيات في فترات محددة من السنة فقط تزيد فيها الرغبة المجسية لدى تلك الإناث، ولا تتقبل ذكورها إلا في تلك الفترات من السنة. كما مخدث تفيرات لبطانة الرحم أيضاً لكنها تبدأ وتنتهى بلا نزيف، أي لا يوجد حيض (طمث).

في عملية الإخصاب يتحد حيوان منوى واحد مع بويضة ناضجة واحدة لتكوين ما يعرف بالبويضة المخصبة أو الزيجوت. وباتخاد نواليهما معاً في نواة واحدة يستماد المدد المزدوج للكروموسومات الأصلية. وعندما تخرج البويضة من الحوصلة المنفجرة يلتقطها قمع فالوب ثم تمر إلى قناة البيض. عندها لابد من وجود حيوانات منوية كثيرة لإتمام عملية الإخصاب، لأن عملية الاتخاد بين البويضة والحيوان المنوى هي عملية عشوائية. ولهذا يقذف المذكر حيوانات منوية كثيرة جداً تبلغ حوالي ٥٠٣ - ٥٠٤ مليون حيوان منوى، يهلك منظفها قبل أن يصل إلى البويضة، لأنها تسير جميعاً في اتجاه معاكم لحركة الأمداب المبطنة لقناة البيض. ولابد لحيوان منوى واحد أن يخصب البويضة خلال ٤٢ ساعة. وهي المدة التي تبقى فيها البويضة بحيويتها في حين أن الحيوان المنوى يحتفظ بحيويته حوالي ٨٤ ساعة. وبحدث الإخصاب عادة في الحيوان المنوى يحتفظ بحيويته حوالي ٨٤ ساعة. وبحدث الإخصاب عادة في المنا النوى يحتفظ بحيويته حوالي ٨٤ ساعة. وبحدث الإخصاب عادة في المنا النوى المتمن القرب من القمع، وتدخل البويضة المحمل ونمو الجنين التي تستغرق مدة تسعة أشهر تقيها.

وأثناء الحمل يفرز هرمونا الاستروجين والبروجستيرون من المشهمة فيمنما افراز هرمون البرولاكتين الذي يمنع بدوره افراز اللبن. لكن يعد الولادة يهبط معدلا الاستروجين والبروجستيرون فجأة بسبب طرد المشيمة من الجسم، فبعود هرمون البرولاكتين للافراز ويعمل على افراز اللبن.

وبحدث نمو الثديين بعد الولادة بفعل تأثير الهرمونات الجنسية. إذ أن هرمون البروجستيرون يعمل على نمو قنوات اللبن في الثديبين، بينما يشترك هرمون الاستروجين في التأثير على نمو الفصوص والحوصلات الثديية. أما هرمون البرولاكتين فيلعب دوراً في افراز اللبن بشرط وجود الإنسولين والهيدروكورتيزون. كما أن الهرمون المولد لللبن الذى تفرزه المشيمة (PLH) يعمل على تهيئة الثديين للقيام بوظيفة الإرضاع.

وتعمل عملية مص الثديين على إرسال التأثيرات العصبية عبر النخاع الشوكى إلى الجهاز المصبى المركزى وخاصة منطقة نخت السرير البصرى. فتتبه وتعمل على تشيط افراز البرولاكتين. ويتكون منعكس عصبى هرمونى يحافظ على افراز اللبن. وجدير بالذكر أنه يمكن إيقاف الرضاعة أو افراز اللبن بمنع هذا المنعكس العصبى الهرمونى، وذلك بمنع مص الحلمة أو بإعطاء الأم هرمون الاستروجين أو البروجستيرون. وحتى تستمر حوصلات الثديين في صنع اللبن. فلابد من إخراج هذا اللبن خارج الشديين، ويتم ذلك بواسطة هرمونى الأوكسيتونين Oxytonin وأيونات

ويصاحب عملية الرضاعة توقف الطمث Amenorrhea لفترة أربعة شهور تقريبًا، وذلك بفعل تأثير هرمون البرولاكتين الذى يضاد الجونادوتروفين. لكن هرمون FSH يمكن أن يفرز في أى وقت. وبالتالى يحدث التبويض أثناء فترة الرضاعة ويمكن للحمل أن يحدث.

التوائم Twining

التواثم نوعان هما :

أ ـ توانم متطابقة Identical Twins: وتنتج من بويضة واحدة خصبت بحيوان منوى واحد. وعند أول انقسام لهذه البويضة تنفصل إلى خليتين أو بويضتين، تنمو كل منهما لتكون جنين مستقل. ولكل جنين كيس أمنيوني خاص به، لكن لهما كيس كوريوني واحد. ولهذا يتصل التوأمان بمشيمة واحدة، ويتشابهان في صفاتهما الوراثية وفي مجاميع الدم بمشيمة واحدة، ويتشابهان في صفاتهما الوراثية وفي مجاميع الدم

وبصمات الأصابع ويكون الجنس واحلًا؛ إما ذكورًا أو إناثًا للرجة يصعب النفريق يينهما.

ب. والم أخوية Fraternal Twins : وتنتج من بويضتين نضبجتا في آن واحد وتخصب كل منهما بحيوان منوى مستقل. ويتصل كل جنين بمشيمة خاصة به أيضا. وقد تكون هذه التواثم متشابهة أو مختلفة في الجنس والشكل الخارجي والتركيب الوراثي ومجاميم الدم، ولكنها قطعاً مختلفة في بصمات الأصابع. أما العلاقة بينهما فهي لا تزيد عن علاقة أشقاء ولدوا في فترات متقارية جناً من نفس الأبوين، إلا أنهما يشتركان في ظروف حمل واحد في رحم الأم.

من المستول عن تحديد جنس الجنين؟

يتحدد جنس الجنين المنتقل عند الإخصاب. وفي حالة الانسان مختوى خلية الحيوان المنوى على 13 كروموسوما هى 17 \times 17 \times 17 \times 17 \times 17 كروموسوما هى 17 \times 17 \times 17 \times 17 \times 17 \times 18 \times 17 \times 18 \times 18

اختلالات وراثية في الجنين

قد تخدث خلال عملية الاخصاب بعض الاختلالات الوراثية في زوج الكروموسومات البخسية، فيزيد عدد الكروموسومات عن ٤٦ أو يقل. فمثلا يحدث شذوذ في توزيع الكروموسومات مع وجود كروموسوم جنسي زائد من نوع Y فيصبح عدد الكروموسومات ٤٦ + ك أى ٤٧. وبسبب هذا يولد أطفال ذوو ضعف عقلي وبلاهة وعنه وعينين ماثلتين مثل عيني أفراد المرق المنفولي. وتعرف هذه الحالة بالمنفولية Mongolism. وهي توجد بنسبة طفل لك الف مولود وخاصة عندما تكون الأم كبيرة في السن عند أول حمل لها من المن منذ و كاستة). ويطلق على الأعراض المرضية لهذه الحالة مرض داون من نوع Y وواحد (CP-٤ فيصبح محتوياً على كلا على XXX ووموسومان من نوع X وواحد أثني ويمتلك XX فيكون الإسمى هذا بمرض كلابن فلتر Kline أثني ويمتلك Y فيكون على وجود الكروموسوم Y ولا يوجد إلا X فقط فيحتوى المولود على ٤٤ كروموسوم Y ولا يوجد إلا X فقط فيحتوى المولود على ٤٤ كروموسوم Y ويصبح غير مكتمل الجنس.

الفصل الخامس عشر الفسيولوچيا العملية

Practical Physiology

النصل الخامس عشر: النسيولوچيا العملية

MINISTERNIS CONTRACTOR CONTRACTOR

الفصل الخامس عشر الفسيولوچيا العملية

أولا _ الكربوهيدرات Carbohydrates

ا_اخمار موليش Molish Test

اختبار موليش من أهم التفاعلات لجميع السكاكر والمجموعات السكرية و يستخدم في مركبات معقدة مثل البروتينات السكرية والليبيدات السكرية. وهو يستخدم للكنف عن وجودها. فعندما تتفاعل السكاكر مع حامض الكبريتيك المركز بكون مركب حلقى يسمى فيرفيورال Furfural في حالة السكريات الخماسية و 5-هيدروكسى ميثيل فيرفيورال Furfural في حالة السكريات السداسية. وتتكثف هذه النوانج مع α-نافثول α-انفثول σد-Naphthol نتعطى مركبات بنفسجية اللون. ويتأكسد المركب الملون النانج في وجود حامض الكبريتيك. ويتكون ناتج ذو لون بنفسجى على هيئة حلقة في السطح حامض الكبريتيك.

ويلزم لإجراء هذا الاختبار وجود المواد الآنية :

- _ محلول جلوكوز ١-٢٪
- _ منطول كحولي لـ α نافثول ٢٠.٢
 - ـ حامض كبريتيك مركز

النصل الخامس عشر ، النسيولوچيا العملية

الطريقة :

١ _ ضع ٢ مل من محلول الجلوكوز في أتبوية اختبار جافة.

٢ _ ثم أضف إليها ٣-٤ قطرات من محلول α نافئول. ثم رج الأنبوبة لمزج هذه المواد.

٣ ــ ثم أضف بحذر وعلى جدار الأنبوبة حوالى ٣ مل من حامض الكبريتيك
 المركز بحيث تتكون طبقة منفصلة عن محلول الجلوكوز.

النيجة:

بعد بضع دقائق تتكون حلقة .نفسجية اللون عند السطح الفاصل بين الطبقتين ويدل ذلك على وجود السكر في المحلول.

Fehling Test - اختبار فهلنج

يستخدم احتبار فهلنج للكشف عن خاصية الاختزال للسكريات الأحادية الألههندية والكيتونية. وبتلخص اختبار فهلنج في امكانية اختزال السكريات الأحادية (أو السكريات الثنائية المختزلة) لأيون النحاس في وسط قلوى.

ويلزم لإجراء هذا الاختبار وجود المواد الأتية:

_ محلول جلوكوز ١-٢٪.

ــ كاشف فهلنج A الذى يتكون من ٣٥ جرام من كبريتات النحاس المائية CuSO₄.5H₂O فى ٥٠٠ مل ماء. ويحفظ المحلول فى مكان بارد.

_ كأشف فهلنج B الذى يتكون بإذابة ١٧٤ جرام من طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم * K*OOC-CHOH-CHOH-COO'Na في حسوالى ٢٥٠ مل ماء. ثم يضاف إليه ٥٠ جرام من هيدروكسيد الصوديوم المذاب مسبقاً في ١٠٠ مل ماء. وبعدها يكمل الحجم إلى ٥٠٠ مل ويحفظ المحلول في مكان بارد.

وعند الاستعمال يمزج كاشفا فهلنج B, A بنسبة متساوية، والمزيج الكون يطلق عليه كاشف فهلنج.

الطريقة :

١_ضم ٢ مل من محلول الجلوكوز في أنبوبة اختبار جافة.

٢ - أضف إليها ٢ مل من كاشف فهلنج، ثم رج الأنبوبة لمرج المخلوط. ٢ ضع الأنبوبة في حمام مائي عند درجة الغليان لبضع دقائق.

النهجة :

يظهر راسب أحمر من أكسيد النحاس Cu,O.

Benedict Test تيار بنيديكت -٣

هذا الاختبار أشد حساسية من تفاعل فهلنج. ويعتمد على مهدأ اختزال أو النحاس (الثنائي). إلى أكسيد النحاس، أى أنه خاص بالسكريات الهتزلة الأحادية منها والثنائية. ويفضل اختبار بنيديكت على اختبار فهلنج إذا كان الهلول السكرى منخفض التركيز كما في حالة الكشف عن وجود السكر في البول.

ويلزم لإجراء هذا الاختبار وجود المواد الأتية:

ـ محلول جلوكوز ١-١٢.

كاشف بنيديكت A الذى يتكون بإذابة ١٠٠ جرام من ملح سيرات الصوديوم Sodium Citrate الجافة في ١٠٠ مل من الماء الدافىء. ويضاف ٩٠ جرام من كربونات الصوديوم اللامائية أيضاً. ويسخن المحلول حتى تذوب الأملاح تماماً.

ـ كاشف بنيديكت B الذى يتكون بإذابة ١٧٥ جرام من كبويتات النحاس المائية CuSo₄.5H₂O في ١٠٠ مل ماء. يمزج المحلولان B, A ويكمل الحجم إلى لتر ويحفظ الكاشف في مكان بارد ويشي صالحً لمادة طويلة.

الطريقة :

 ضع ٥ مل من محلول بنيديكت في أنبوية اختيار. ثم أضف ١ مل من محلول الجلوكوز. ورج الأنبوية. ثم ضعها لبضع دقائق في حمام مائي عند درجة الغليان.

التيجة:

يظهر واسب أحمر برتقالي أو أصفر محمر من أكسيد النحاس Cu,O.

Barfoed Test اختيار بارفويد

يميز هذا التفاعل بين السكريات الأجادية والسكريات الثنائية. وهو يعتمد على قدرة السكريات على الاختزال.

ويلزم لإجراء هذا الاختبار وجود المواد الأتية:

- محلول جلوكوز ١-٢٦

 کساشف بارفدوید الذی یحسف بإذابة ۲۴ جسرام من خلان النحاس Cn(CH₃COO)₂ مل من الماء الساخن، ویضاف إلى المزیج ۲۰ مل من محلول ۱۸۵ حامض لاکتیك، ثم یرشح.

الطريقة:

- ضع فى كل من أتبويتى اختبار ٣ مل من كاشف بارفويد. ثم أضف إلى إحداهما ١ مل من محلول الجلوكوز وإلى الثانية ١ مل من محلول أحد السكريات الثنائية المجتزلة. ثم رج الأنبويتين جيدًا لمزج محتوياتهما.

ــ ضع الأنبوبتين في حمام مائي يغلي.

ألتيجة:

نى الأنبوية الأولى يظهر راسب بعد ٥-٧ دقائق من بدء التسخين. وفي الأبوية الثانية يظهر راسب بعد ١٥ - ٢٠ دقيقة من بدء التسخين.

العيار اليود lodine Test

هذا الاختبار خاص بالنشا. لكنه سلبي مع السكريات الأحادية والثنائية ويعتمد على تفاعل أيونات البود مع سلاسل جزىء النشا (الأميلوز) التتكون معقدات ذات لون أزرق.

ويلزم لإجراء هذا الاختبار وجود المواد الأتية:

١ _ محلول النشا ١ ٪.

٢ ـ محلول اليود الذي يحضر بإذابة ٢ جرام من أبوديد البوتاسيوم في كمية
 من الماء. ثم يذاب أيضاً ١ جرام من اليود ويكمل الحجم إلى ١٠٠ مل.

الطريقة:

١ .. ضم ٢ مل من محلول النشا في أنبوية اختيار.

٢ _ أضف إليها قطرة من محلول اليود المحضر.

التهجة:

يظهر لون أزرق غامق، يزول بالتسخين المعتدل، ويعود بالتبريد.

ثانياً _ البروتينات Proteins

١ _ تحضير محلول البروتين

يحضر محلول البروتين من عدة مصادر أهمها:

النصل الخامس عشر: النسيولوچيا العملية

أ _ محلول بروتين البيض (الألبومين)

يعزل بياض بيضة دجاج واحدة عن الصفار، ويذاب في ١٨ مل من الماء المقطر، ثم يرشح المحلول خلال قطعة من الشاش مطوبة إلى ٤ طبقات. ثم يحفظ المحلول الناتج في الشلاجة لحين استعماله. وهو يستعمل لإجراء التفاعلات اللونية الخاصة بالبروتين والأحماض الأمينية ولإجراء عمليات ترميب البروتين.

ب_ محلول أليومينات اللبن

أضف إلى ٢٠٠ مل من اللبن الطازج حجم مماثل من محلول مشبع لكبريتات الأمونيوم. ثم امزج المادتين خيداً. ويترك المخلوط مدة ١٣ دقيقة. ثم رشحه باستعمال ورق ترشيح عادى.

Biuret Reaction تفاعل يبريات ٢

تفاعل بيوريت هو تفاعل لوني لجميع البروتينات. لكنه سلبى مع جميع الأحماض الأمينية الحرة. لذلك يستخدم في معرفة وجود البروتين في محلول ما. ويعتمد هذا التفاعل على أن البروتين يعطى مع محلول كبريتات النحاس في وسط قلوى لونا ينفسجيا يدل على وجود البروتين. ويعزى ظهور اللون البنفسجي لتفاعل أيون النحاس مع سلسلة البيتيد مكوناً معقداً بنفسجي اللون.

ويلزم لإجراء هذا التفاعل وجود المواد الأتية:

- _ محلول بروتين البيض.
- ... محلول هيدروكسيد الصوديوم ١٠٠
 - _ محلول كبريتات النحاس ٢٪

الطريقة

_ضع في أنبوية اختبار ٢ مل من محلول بروتين البيض، وضع في أنبوية. إخيار ثانية ٢ مل من الماء المقط.

_ أضف لكل من الأنبوبتين ١ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم و ٥ – ٨ قطرات من محلول كبريتات النحاس.

_رج الأنبوبتين، وقارن بين لونيهما.

النتيجة:

فى الأنبوبة الأولى يظهر لون بنفسجى نتيجة لوجود البروتين. وفي الأنبوبة الثانية يبقى لون كبريتات النحاس الأزرق على ما هو عليه.

٣ ـ تفاعلات ترسيب البروتين

تؤثر عدة عوامل كيميائية وفيزيائية على خواص المركبات البروتينية، بما يؤدى إلى تغير تركيب الجزيئات الكبيرة لهذه المركبات. وأهم هذه العوامل هي أملاح الممادن القلوبة والمذيبات العضوية والأحماض المعدنية والأحماض المعدنية والأحماض المورين.

أ الترسيب بواسطة أملاح المعادن القلوبة

تستطيع أملاح الأمونيوم المتعادلة وأملاح المعادن القلوية مثل MgSO₄ و NaCl و NH₄)₂ SO₄ (NH₄) وغيرها معادلة شحنات الجزيئات البروتينية فتصنع بذلك إحاطتها بجزيئات الماء. وهذا يدفع بها إلى التجمع ثم إلى الترسب.

ويلزم لإجراء هذه التفاعلات وجود المواد الأتية:

_ محلول بياض البيض مضافًا إليه كلوريد الصوديوم.

_ مسحوق كلوريد الصوديوم الناعم.

_مسحوق كبريتات الأمونيوم الناعم

_ محلول كبريتات الأمونيوم المشبع

_ مسحوق كبريتات الماغنسيوم الناعم

_ حامض الخليك ١ ٪

_ محلول هيدروكسيد الصوديوم ١٠٠

_ محلول كبريتات النحاس ١ ٪

ب- الترميب بواسطة كبريتات الأمونيوم

الطريقة:

۱ - ضع ۳ مل من محلول بياض البيض من كل من أنبويتي اختبار. ثم أضف إلى الأنبوية الأبوية الثانية أضف إلى الأنبوية الثانية مسحوق كلوريد الصوديوم وإلى الأنبوية الثانية مسحوق كبريتات الماغيسيوم حتى يخصل على المحلول المشبع. بعد حوالى ٣ دقائق بلاحظ ظهور راسب في كل من الأنبويتين. يعزى هذا الراسب إلى الجلوبيولينات لأن الألبيومينات لا تترسب من محاليلها في وسط مشبع بالأملاح المتعادلة.

ل ترضيع محتويات الأنبويتين لفصل الجلوبيولينات. وخذ جزء من الراشح
 وأضف إليه محلول حامض الخليك حتى يصبح الوسط حامضيا.
 فيلاحظ عندها ظهور واسب يفسر على أنه من الألبيومينات.

ج- - الترصيب بواسطة المليات العضوية

تقوم بعض المذيبات العضوية بسحب الماء الذى يغلف جزيئات البروتين على شكل غشاء، مما يؤدى إلى تقليل ثبات البروتين فى المحلول وإلى سقوطها منه على هيئة واسب. وينبغى لترسيب البروتين بواسطة المذيبات العضوية أن تكون فى وسط ضعيف الحامضية أو متعادل. ويلزم لإجراء هذا التفاعل وجود المواد الأتية:

ـ محلول بروتين البيض (بدون إضافة كلوريد الصوديوم).

_ كحول إيثيلي أو أسيتون.

_ مسحوق كلوريد الصوديوم.

الطريقة:

١ ـ ضع ٢ مل من محلول بروتين البيض في أنبوية اختبار.

٢ _ أضف إليه قليلا من كلوريد الصوديوم ثم رج جيداً حيى يذوب.

٣ ـ أضف ٥ مل من الكحول الإيشيلي على شكل قطرات ثم رج بقوة ثم اثرك الأنبوبة بعد ذلك. فيلاحظ ظهور راسب من البروتين وبعد ٨ دقائق من ظهور هذا الراسب خذ جزء منه إلى أنبوبة أخرى. وأضف إليها بضع ملليترات من الماء المقطر فيتناقص تركيز المحلول. وبالتالي يذوب الراسب الروتيني مرة أخرى.

د- الترميب بواسطة الأحماض المدنية

تقوم الأحماض المدنية المركزة مثل الهيدروكلوريك والنيتريك والكبريتيك بنزع الماء المحيط بجزيئات البروتين ومعادلة ما تخمل من شحنات. فتتكون مركبات معقدة. ويؤدى كل ذلك إلى تغيير طبيعة البروتين، وبالتالى إلى تكون رواسب لا تعود لللوبان في الماء مرة ثانية.

ويلزم لإجراء هذا التفاعل وجود المواد الآئية:

_ محلول بروتين نباتي.

- حامض الهيدروكلوريك المركز.

- حامض النيتريك المركز.

_ حامض الكبريتيك المركز.

الطريقة:

- ١ ـ ضع ١ مل من حامض الهيدروكلوريك المركز في أنبوبة اختبار و ١ مل
 من حامض النيتريك المركز في أنبوبة اختبار ثانية و ١ مل من حامض
 الكبريتيك المركز في أنبوبة اختبار ثالثة.
- ٢ مل من المحلول البروتيني إلى كل من الأنابيب الثلاثة، على أن
 يتم ذلك بهدوء بحيث يسيل المحلول البروتيني على جدران الأنابيب
 الثلاثة.
- ٣ _ اترك الأنابيب الثلاثة فترة من الزمن. ولاحظ تكون حلقات بيضاء في
 كل منها عند السطح الفاصل بين السائلين.
- جرج الأنابيب الشلالة بحذر. ثم أضف إلى كل منها مزيداً من الحامض
 الذي بها، ولاحظ عودة الراسب السروتيني إلى الذوبان في كل من
 أنبوبتي الهيدروكلوريك والكبريتيك وعدم ذربانه في أنبوبة النيتريك.

هـ الترسيب بواسطة الأحماض العضوية

في هذه الطريقة يستخدم حامض ثلاثي كلورو أسيتيك Trichloroacetic في هذه الطريقة يستخدم حامض ثلاثي كلورو أسيتيك Acid (TCA)

ويلزم لإجراء هذا التفاعل وجود المواد الأتية:

- _ محلول بروتين البيض.
- _ محلول حامض ثلاثي كلورو أسيتيك (TCA) ١٠ ٪

الطريقة:

_ ضع ۲ مل من محلول بروتين البيض في أنبوية اختبار، ثم أضف ٥-١٠ قطرات من محلول حامض ثلاثي كلورو أسيتيك. يلاحظ ظهور راسب أبيض.

و_ الترسيب بواسطة أملاح المعادن الثقيلة

تترسب البروتينات من محاليلها بإضافة أملاح النحاس والرصاص والزئبق والخارصين والفضة وغيرها من المعادن الثقيلة. وتستعمل تفاعلات ترسيب البروتينات بواسطة أيونات المعادن الثقيلة في الاسعافات الأولية عند التسمم بهذه الأملاح، وذلك بإعطاء المصاب كميات كبيرة من بروتينات اللبن والبيض التي تهج الأيونات المعدنية المسببة للتسمم على هيئة رواسب.

وبلزم لإجراء هذا التفاعل وجود المواد الأتية:

_ محلول بروتين البيض.

_ محلول كبريتات النحاس ١٥٪

ــ محلول نترات الفضة ٢٪

_ محلول خلات الرصاص ٢٪

الطريقة:

ا _ ضع ٢ مل من محلول بروتين البيض في كل من ثلاثة أنابيب اختبار، ثم
 أضف إليها تدريجياً بضع قطرات من محاليل خلات الرصاص وكبريتات
 النحاس ونترات الفضة حتى يظهر الراسب.

 ل يعد ظهور الراسب يضاف إلى كل أنبوبة مزيداً من محلول الملح المستخدم فيه، فيلاحظ ذوبان الراسب في الأنبوبتين الأولى والثانية وعدم ذوبانه في الأنبوبة الثالثة.

ز- الترميب بواسطة الحرارة

تتعرض البروتينات للتخثر عند درجة ٥٠ مثوية فصاعدًا، مما يؤدى إلى تغيير طبيعة البروتين Denaturation إذ أن التسخين يعمل على تخطيم روابط ثنائي الكبريتيد والروابط الهيدروچينية بين السلاسل البروتينية، وبالتالي يتغير الشكل الفراغي لجزيئات البروتين.

وترتبط سرعة عملية الافساد الحرارى للبروتينات بدرجة الحموضة (pH) السائدة في المحلول. فعملية تخشر البروتين تتم بسرعة عند نقطة التعادل الكهربائي. أما في حالة زيادة الحموضة أو القلوية فإن هذا يؤدى إلى إعاقة عملية الترسيب. ففي حالة إضافة حامض تكون جزيئات البروتين ذات شحنات سالبة. لكن إضافة بعض المركبات مثل كلوريد الصوديوم تؤدى إلى الإسراع في عملية ترسيب البروتينات حتى في الوسط الحامضي.

ويلزم لإجراء هذا التفاعل وجود المواد الآتية :

_ محلول بروتين البيض.

ـ محلول حامض الخليك ١٪

... محلول حامض الخليك ١٠٠

_ محلول هيدروكسيد الصوديوم ١٠٠٪

_ محلول كلوريد الصوديوم المشبع

الطريقة

١ ـ ضع ٢ مل من محلول بروتين البيض في كل من خمس أناييب اختبار:
 الأبوية الأولى: تسخن حتى الغليان. فيلاحظ تمكر السائل.

الأبوبة الثانية: يضاف إليها قطرة واحدة من محلول حامض الخليك 1 ٪ ثم تسخن. فيلاحظ ترسب البروتين بسرعة (هنا يكون جزىء البروتين متعادل الشحنة تقرياً أن أنه قريب من نقطة التعادل الكهربائي).

الأبوبة الثالثة : يضاف إليها ٨ قطرات من محلول حامض الخليك ١٠٪

وتسخن حتى الغليان. فيلاحظ عدم تكون راسب (هنا يحمل جزىء البروتين نساً أكبر من الشحنات الهوجة نما يعيق عملية الترسيب).

الأبرية الرابعة: يضاف إليها ٨ قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم ١٥ وتسخن حتى الغليان، فيلاحظ أيضاً عدم تكون راسب (هنا يحمل جاىء البروتين شحنات سالبة).

الأنبوية الخامسة: يضاف إليها ٥ قطرات من محلول حامض الخليك ١٠ ٪ و ٥ قطرات من محلول كلوريد الصوديوم المشبع وتسخن فوق اللهب حتى الغلبان فيلاحظ تكون راسب.

الليبدات Lipids

١ _ تحلل المواد الدهنية

من أهم خواص الجليسريدات الثلاثية (الدهون والزيوت والشحوم) ذوبانها في المذيبات العضوية كالإيثروالأستون والكحول الإيثيلي وعدم ذوبانها في الماء.

ويلزم لإجراء هذا الاختبار وجود المواد الأتية:

ـ دهن حيواني.

_ زيت نباتي.

ــ ماء مقطر.

_ مذيبات عضوية كالإثير والأسيتون والكحول الإيثيلي.

الطريقة:

١ ـ ضع ثمانى أناييب اختبار على حامل ذى صفين، فى كل صف أربعة
 أنابيب. وضع فى كل من أنابيب الصف الأول قطرة زيت، وفى كل
 من أنابيب الصف الثانى قطعة دهن أو شحم.

٢ ـ ضع في الأنبوبة الأولى من كل صف ٢ مل ماء مقطر، وفي الأنبوبة الثانية
 من كل صف ٢ مل من الإيثر، وفي الأنبوبة الثالثة من كل صف ٢ مل
 من الأسيتون، وفي الأنبوبة الرابعة في كل صف ٢ مل من الكحول الإيثيلي.
 ٣ ـ رج الأنابيب كلها جيا، ولاحظ ذائبية كل مادة.

التهجة:

تلوب المواد الدهنية في المذيبات العضوية (كالإيثر والأسيتون والكحول الإيثيلي) ولا تلوب في الماء.

٢ _ تفاعل الأكرولين

يستخدم هذا التفاعل للكشف عن وجود الجليسرول في الجليسريدات الثلاثية. ويتم التفاعل بتسخين الجليسرول مباشرة فوق اللهب مع كبريتات المواميوم الحامضية KHSO₄ أو كبريتات الصوديوم الحامضية يوكون فيؤدى هذا إلى نزع جزيين من الماء من جزىء من الجليسرول، ويتكون مركب يعرف باسم الأكرولين Acrolein الذي يمكن تمييزه من رائحته النفاذة وأبخرته البيضاء.

وبلزم لإجراء هذا التفاعل وجود المواد الأتية:

_ جليسرول

- زيت زيتون أو دهن حيواني

- مسحوق كبريتات الصوديوم أو البوتاميوم الحامضية

الطريقة:

 ا ضع فى أنبوبة اختبار عدة قطرات من الزيت أو الجليسرول أو قطعة دهن.
 ثم أضف إليها كمية قليلة من مسحوق كبريتات الصوديوم أو البوتاسيوم الحامضية الجافة، وسخن الأنبوبة على النار بلطف وحذر. تظهر أبخرة بيضاء نفاذة مما يدل على انطلاق الأكرولين.

وابعاً _ الإنزيمات Enzymes

١ ـ تحلل النشا بواسطة إنزيم الأميليز

يتحلل النشا بواسطة إنزيم الأميليز الموجود في العصارة اللعابية والعصارة البنكرياسية أيضاً. ويعطى عند تخلله مخلوطاً من ديكسترينات ومالتوز. وتختلف هذه النوانج في سلوكها تجاه محلول اليود، فالنشا يعطى لونا أزرقاً لكن الديكسترينات تعطى ألواناً مختلفة بين البنفسجي والأصفر والأحمر. أما المالتوز فإنه يتحلل إلى جزيتين من الجلوكوز بتأثير إنزيم المالتيز. ولمعرفة الخواص الاختزالية للسكاكر يجرى اختبار فهلنج أو بينديكت.

ويلزم لإجراء هذه التفاعلات وجود المواد الأتية:

ـ محلول اللعاب (يخفف بمقدار عشرة أضعاف حجمه من الماء المقطر). ـ محلول النشا 1 ٪.

- محلول اليود في أيوديد البوتاسيوم (كما سبق في بجّربة اليود والنشا).

ــ محلول فهلنج أو بنيديكت.

الطريقة:

١ - ضع في كل من أنبوبتي اختبار ١ مل من اللعاب المخفف.

٢ - اغل الأنبوية الأولى منة ٣ دقائق، ثم أضف لكل من الأنبويتين ١ مل من محلول النشا المخفف، ثم انركهما لمدة ١٠ دقائق في حمام ماثي درجة حرارته ٣٧-٣٨ درجة مئوية.

٣ - قم بإجراء تفاعل اليود واختبار فهلنج على كل من الأنبوبتين.

التيجة:

يكون تفاعل اليود إيجابيًا في الأنبوبة الأولى وسلبيًا في الأنبوبة الثانية. أما تفاعل فهلنج فيكون سلبيًا في الأنبوبة الأولى وليجابيًا في الأنبوبة الثانية.

٢ ـ تأثير تركيز أيون الهيدروجين على فعالية الإنزيم

توجد لكل إنزيم درجة مثلى من تركيز أبون الهيدروجين (PH) فيها يظهر أعلى نشاط له. فالدرجة المثلى من تركيز أبون الهيدروجين لإنزيم البسسين هى ١,٥-٥, ولإنزيم الأميليز اللعابى ٦٦،٩-٧ وللتربسين المنكرياس، ٧.٨.

ويلزم لإجراء هذا الاختبار وجود المواد الأتية:

_ محلول اللماب المخفف في الماء المقطر ١٠٠٠.

_ محلول النشا ٥,٦.

_ محلول حامض السيتريك (١ مول) : ويحضر بإذابة ١٩,٢ جرام من بللورات الحامض النقية في لتر من الماء المقطر.

_ محلول KI/I كذلك الذي استعمل في تجربة اليود والنشا.

ــ محلول كلوريد الصوديوم ١٪.

محلول فوسفات الصوديوم الحامضية Na₂HPO₄.2H₂O (0.2) مول):
 وبحضر بإذابة ٣٦,٦٣ جرام من الملح المذكور في لتر من الماء.

الطريقة:

١ حضع في ٥ أناييب اختبار الأحجام المذكورة أسفل من محلول فوسفات الصوديوم الحامضية ومحلول حامض السيريك لكي مخصل على محاليل قيمة تركيز أيون الهيدروجين تقع بين ٥,٦ و ٨. ثم يضاف لكل أنبوبة ١٠ قطرات من محلول اللعاب الخفف (١٠:١٠٠). ثم رج محتوبات كل أنبوبة جيداً.

pH ليمة	حجم محلول فوسفات	حجم محلول	رقم أنبوية	
للمخلوط	الصوديوم اخامعية	حامض السيتريك	الاختيار	
5.6	0.58	0.42	1	
6.4	0.69	0.31	2	
7.2	0.87	0.13	3	
7.6	0.94	0.06	4	
8.0	0.97	0.03	5	

٢ ضع الأنابيب الخمسة لمدة ١٠ دقائق في حمام مائي درجة حرارته ٣٧ درجة مثوية. ثم اخرج الأنابيب وبردها بسرعة. ثم أضف إلى كل منها قطرة من محلول البود. ورج المحلول جيداً.

النتيجة:

لاحظ ظهور لون بين الأصفر والأصفر الداكن للتعرف على قيمة تركيز أيون الهيدروجين المناسب للفعل الإنزيمي على النشا.

٣ ــ تعيين فعالية إنزيمي GPT و GOT في مصل الدم

من أهم الإنزيمات الموجدودة بمصل الدم إنزيمان من الإنزيمات الناقلة للمجموعات الأمينية Transaminases وهما :

- Glutamate Oxaloacetate Transaminase (GOT)

Aspartate Amino Transferase (AST) ويعرف أيضاً باسم

- Glutamate Pyruvate Transaminase (GPT)

ويعرف أيضاً باسم (Alanine Amino Transferase (ALT)

وهذان الإنزيمان من الإنزيمات الواسعة الانتشار في جسم الإنسان. وإذا

أريد تعيين فعاليتهما في مصل الدم فيجب أن يكون هذا المصل صافيا وطازجا. أما إذا كان المصل عافيا وطازجا. أما إذا كان المصل قد حفظ في درجة الحرارة العادية لمدة ٢٤ ساعة فإن فعالية هذين الإنزيمين في المصل تنخفض بمقدار ٢١٪. ويعتمد تعيين فعالية هذين الإنزيمين على قياس شدة الامتصاص للمركبات الهيدرازونية Hydrazones الناتجة عن تفاعل ٢٠٪ ثنائي نيتروفينيل هيدرازين 2.4-Dinitrophenyl مع نواج تفاعل الإنزيمين.

ويلزم لتعيين فعالية هذين الإنزيمين وجود المواد الأتية:

- ا معلول فوسفات سطم Phosphate Buffer Solution: ويحضر بعزج * ١٩ مل من محلول فوسفات الصوديوم الحامضي مع ١٦٠ مل من فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين. ويحضر محلول فوسفات الصوديوم الحامضي بإذابة ١٩٠٨ جرام من Na₂HPO₄-2H₂O في لتر من الماء المقطو. كما يحضر فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين بإذابة ٨، ٨، ٩ جرام من KH₂PO₄
- ب _ محلول المادة الهدف لإنزيم SGOT ويحضر بإذابة $^{\circ}$, $^{\circ}$ جرام من حامض $^{\circ}$ كيتوجلوتاريك في حوالي $^{\circ}$ مل من المحلول السابق. ثم يضاف محلول هيدروكسيد الصوديوم $^{\circ}$ 1 مل من المحلول السابق. ثم يضاف محلول هيدروجين $^{\circ}$ المسوديوم $^{\circ}$ 1 من محلول الموريوجين $^{\circ}$ 1 من محلول القوسفات.
- جـــ محلول المادة الهمدف لإنزيم SGPT. ويحضر كما في (ب)، لكن يستعمل ٩٠٥ جرام من الألانين و ٢٠ ملجم من حامض α-- كيتوجلوناريك. و مخفظ هذه المحاليل في مكان بارد. لذا يفضل إضافة بضع قطرات من الكلوروفورم لها كمادة حافظة.
- د ـ كاشف أنيلين ـ سيترات ويحضر بإذابة ٥٠ جرام من حامض السيتريك
 في ٥٠ مل ماء، ثم يضاف إليها ٥٠ مل من الأنيلين.

- هـ كاشف ثنائي نيشروفينيل هيدرازبن. ويحضر بإذابة ٢٠٠ ملجم من
 ٤.٢ ثنائي نيستروفينيل هيدرازبن في ٨٥ مل من حدامض
 الهيدروكلوريك المركز، ثم يكمل ٨٥ مل من حامض الهيدروكلوريك
 المركز، ثم يكمل الحجم إلى لتر بإضافة الماء المقطر.
 - و .. محلول هيدروكسيد الصوديوم: ٤,٠ عياري.
- ز ـ محلول بيروقات الصوديوم العيارى. ويحضر بإذاية ٢٢ ملجم من البيروقات
 في ١٠٠ مل من محلول الفوسفات (المحضر في الخطرة).

الطريقة:

- ۱ حل ۱ مل من کل من المحلولين (ب) ، (ج) في أتبويتي اختصار،
 وضعهما في حمام مائي ذي درجة حرارة ٣٧ مئوية لبضم دقائق.
- ٢ _ أضف لكل من الأنبوبتين (ب)، (جـ، ٢، مل من المصل. ورج
 المخلوط بلطف حتى يلوب تمامًا.
- ٣ خد فى أتبوبة ثالثة ١ مل من المحلول ب. وأضف ٢٠ مل ماء بدلا من
 المصل.
- غ ـ أعد الأنابيب الثلاثة إلى الحمام المائي، ثم أضف إلى كل منها قطرتين
 من كاشف أنبلين سيترات، وذلك بعد ٣٠ دقيقة من التسخين بالنسبة
 للإنزيم SGOT و ٣٠ دقيقة بالنسبة للإنزيم SGPT.
- اخرج الأنابيب من الحمام المائي، ثم اتركها في درجة حرارة الفرفة مدة
 ٢٠ دقيقة، ثم أضف ١٠ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى
 تعطى لوناً.
- ٦ ـ اقرأ شدة الامتصاص باستعمال جهاز مقياس الطيف العنموئي
 على موجة طولها ٥٢٠ ملى ميكرون، وذلك بعد مضى ١٠ دقائق من إضافة القلوى.

النصل المناس عشر؛ النسيولوچيا العملية

لحساب فعالية الإنزيمين الناقلين للمجموعة الأمينية في مصل الدم تستخدم نتاتج الامتصاص وما يلزم من الجدول الميارى التالي، وذلك باستممال محلول حامض البيروثيك:

SGPT	SGOT	H ₂ O	محلول حامض	رقم
وحدة/لتو	وحدة/لحو	(مل)	البيروقيك الميارى (مل)	الأنبئة
-	-	10	-	القياسي،
-	-	6.5	3.5	1
6.5	4.1	6	4	2
15.2	9.6	5.5	4.5	3
28.2	21	4.5	5.5	4
46	38	3.5	6,5	5
62	65	2.5	7.5	6

* الأنبوبة التي يضبط عليها الجهاز ليقرأ صفراً، قبل قراءة بقية الأنابيب

ولكى يتم إعداد الجدول يجرى العمل على الأنابيب المذكورة فى خطوات التجربة، ثم تقاس شدة الامتصاص لكل منها. ويجب التنويه هنا إلى أن الوحدات الدولية (IU) لهذين الانزيمين مقدرة بوحدات كارمن Karmen وأن كل وحدة من هذه تعادل 0.001 جرام تكون كناهج تفاعل من ١ مل من المصل خلال ساعة واحدة فى درجة ٣٧٨م.

وتقدر فعالية هذين الإنزيمين في مصل الدم بـ ٥ ـ ٤٠ وحدة/ لتر بالنسبة لإنزيم SGPT و ٥ - ٥٠ وحدة/ لتر بالنسبة لإنزيم SGPT. وتكون فعالية الإنزيم الأول عالية عند حديثي الولادة. ونزداد فعالية هذين الإنزيمين في مصل الدم في حالات إصابة الكبد والقلب بيمض الأمراض.

خامساً ـ ألدم Blood

Anticoagulants موانع التجلط ۱

يستخدم الهيبارين عادة بكميات صغيرة جداً لمنع تجلط الدم. وأيضاً من الممكن استخدام Potassium Oxalate أو 0.1 M Sodium Oxalate 0.1 M Sodium Oxalate وذلك بنسبة ١ مل لكل ٩ مل من الدم. ويحضر منا ماء مقطر.

وأبسط الطرق لمنع تجلط الدم هو عمريكه بشدة بواسطة قضيب زجاجي، فتلتصق بالقضيب خيوط الفيبرين التي تكونت كنتيجة للجلطة الدموية، ومن ثم تزال هذه الخيوط بسهولة من الدم.

٢ ــ الحصول على الدم

يتم الحصول على عينات الدم غالباً بواسطة محاقن (سرنجات) بلاستيكية بها قسط من الهيبارين أو أية مادة أخرى مانعة للتجلط. وتتحفظ عينات الدم في الثابح حتى يتم إجراء عملية الطرد المركزى Centrifugation لها. وينهني ألا تتأخر عملية الطرد المركزى عن نصف ساعة من زمن جمع عينات الدم.

ويحصل على الدم من الفشران بقص النهاية الطرفية للذيل أو بنقب القلب. ومن الأرانب والكلاب والقرود يتم الحصول على الدم بنقب وريد الأذن بمد حلق الشعر من الأذن وغسلها بالماء والعبابون. أما عند الاحتياج لكميات كبيرة من الدم من هذه الحيوانات فيفضل ثقب القلب. وتتبع طريقة ثقب القلب أيضًا للحصول على الدم من خنزير غينيا والضفدعة. أما الطيور فيحصل على الدم منها بثقب أوردة الأجنحة.

النصل الخامس عشر: النسيولوچيا العملية

٣ _ إعداد البلازما

لإعداد البلازما تتبع الخطوات الألية:

_ يستقبل الدم في أنابيب زجاجية بها قدر من الهيبارين أو أية مادة أخرى مانمة للتجلط.

.. تجرى لها عملية طرد مركزى بسرعة ٢٥٠٠ دورة في الدقيقة (RPM) لمدة ٥ دقائق.

ـ تنقل البلازما، وهي الجزء الرائق في الأنابيب التي استقبل بها الدم وأجرى لها طرد مركزى، إلى أنابيب أخرى نظيفة. ولتسهيل نقل البلازما يؤتى تهماصة يركب فيها المؤخرة المطاطية لقطارة طبية.

\$... إعداد المصل

لإعداد المصل تتبع الخطوات الأتية:

ــ يستقبل الدم في أنابيب زجاجية ليس بها مادة مانعة للتجلط.

_ يترك الدم بها لمدة ١٥ دقيقة في درجة حرارة الغرفة لكي يتجلط.

_ يجمع المصل الراتق الذى فوق الجلطة، مباشرة فى أنابيب نظيفة. ومن الممكن أن تكسر الجلطة ميكانيكيا، ثم ترسب بعملية الطرد المركزى (عند 100 دورة فى الدقيقة لمدة 10 دقائق) ويجمع المصل الرائق الذى فوق الجلطة المترسة.

عين تركيز أيون الهيدروجين للدم

يقاس تركيز أيون الهيدروجين للدم pH بواسطة جهاز pHmeter.

٣ _ تعيين السلوك الأسموزي خلايا الدم الحمراء

تخاط خلية الدم الحمراء، شأنها شأن باقى خلايا الجسم، بغشاء بلازمى

Plasma Membrag. ويتحكم هذا الغشاء بما له من خواص تتعلق بالنفاذية ني دخول وخروج المواد المختلفة إلى ومن الخلية. فهو شديد النفاذية للماء وقليل النفاذية للجلوكوز ومنصدم النفاذية لكل الأيونات مثل الصوديوم والموتاسيوم.

ويتغير سلوك خلايا الدم الحصراء في المحاليل المختلفة تبعاً لخروج الماء أو دخوله من وإلى هذه الخلايا. فكلما زاد الماء بالمحلول (أى قل تركيز المذاب) دخل هذا الماء بالمحلول (أى قل تركيز المذاب) دخل هذا الماء بالمحلول الخلايا كلما زاد ماء المحلول وقل تركيز المذاب حتى تصل إلى درجة يزيد فيها الضغط الهيدوستاتيكي على محتواها من الهيموجلوبين. ويعرف هذا بالتحلل الدموى Hemolysis ويحدث عند وضع خلايا الدم الحصراء في محلول مخفف جداً أو في ماء مقطر، ويسمى المحلول الذي يسبب تخلل خلايا الدم الحصراء بالحلول منخفض التوثر Hypotonic Solution. وإذا وضعت خلايا الدم الحصراء في محلول عالى التركيز فإن الخلايا فققد قدراً من الماء وتنكمش. ويعرف ذلك بالتسنن Crenation. ويسمى المحلول الذي يحدث هذا التأثير بالمحلول عالى عنده خلايا الدم الحمراء محافظة على أحجامها من التغير لأن كحمية الماء عنده خلايا الدم الحمراء محافظة على أحجامها من التغير لأن كحمية الماء الخلول عائدي التور كمية الماء الدحل كحمية الماء المحلوي التور والتور كمية الماء الدحل عدايا الدم الحمراء محافظة على أحجامها من التغير لأن كمية الماء المساوى التور والتور الموراء محافظة على أحجامها من التغير لأن كمية الماء المنساوى التور والعرب المحلول عالى التركيز بالمحلول المنساوي التور والتور المحادي الدحل الدور المحلول عالى التركيز بالمحلول المنساوى التور والدور المحادي الدور المحلول عالى التركيز بالمحلول المنساوي التور والمحلول الدور والمحلول عالى المحلول عالى التركيز بالمحلول المنساوي التور والمحلول على المحلول عالى المحلول

ولاختبار السلوك الأسموزى لخلايا النم الحمراء يلزم استخدام محلول مادة تكرن أغشية الخلايا غير منفذة لها مثل كلوريد الصوديوم أو الجلوكوز لأن أيونات الصوديوم والكلور وجزيئات الجلوكوز لا يمكنها النفاذ من أغشية الخلايا بسهولة. ويعتمد الضغط الأسموزى لأى محلول على عدد الأيونات أو الجزيئات

المذابة فيها وليس على أحجامها. لذا فإن الضغط الأسموزى لمحلول المادة ذات الوزن الجزيعي العالى كالبروتين مثلا يكون أقل بكثير من الضغط الأسموزى لمحلول مادة ذات وزن جزيمي منخفض بشرط تساوى تركيزى المحلولين.

ويلزم لإجراء هذه التجربة وجود المواد الأتية:

- _ ماء مقطر.
- ـ محلول ملحى من كلوريد الصوديوم ذو تركيز أقل من ٢٠,٩٪، وليكن ٢.٠.١، (محلول منخفض التوتر Hypotonic Solution).
- .. محلول ملحى من كلوريد العسوديوم ذو تركيز يساوى ٩,٩٪، (محلول نصاوى ٩,٩٪، (محلول نصاوى ١٠,٩٪)،
- _ محلول ملحى من كلوريد الصوديوم ذو تركيز أعلى من ٠,٩٪، وليكن ٥ للماريد (Hypertoinc Solution).

الطريقة :

- ١ ـ رقم أربع أتابيب اختيار نظيفة بالأحرف (أ)، (ب)، (ج)، (د)، وجهزها
 كما يلي :
 - الأنبوية (أ) : ٤ مل من الماء المقطى
- ــ الأنبوبة (ب) : ٤ مل من محلول كلوريدالصوديوم ذى التركيز الأقل من ٢٠٩. (أي ٢٠٩٪).
 - ـ الأنبوبة (جـ) : ٤ مل من محلول كلوريد الصوديوم ذى التركيز ٩٠,٩٪
- _ الأنبوبة (د) : ٤ مل من محلول كلوريد الصوديوم ذى التركيز الأكبر من ٢٠,٩ (أى ٥٥).
 - ٧ . أضف قطرة من دم غير متجلط إلى كل من الأنابيب الأربعة المذكورة.
- حذ قطرة من كل أنبوية بواسطة ماصة نظيفة وضعها على شريحة زجاجية نظيفة، وافردها بواسطة غطاء الشريحة الزجاجي. ثم افحصها
 تحت الميكروسكوب.

التيجة:

. في الأنسوبة (أ) تنحلل كل خلايا الدم الحمراء وينطلق جميع الهيموجلوبين الذي بها ويتلون الماء باللون الأحمر.

ي في الأنبوية (ب) تكبر أحجام خلايا الدم الحمراء. وتصبح أشكالهما كروية لأن ماء المحلول قد دخل إلى الخلايا أنفسها. وكلما قل التركيز عن ٦،٦ المن كلوريد الصوديوم) فإن الماء يدخل الى الخلايا أكثر والتحل فين الماء يدخل إلى الخلايا أكثر وأكثر وتتحلل نظرًا للضغط الهيدروستاتيكي للسائل ولعدم مرونة جدرانها. ونتيجة لهذا التحلل ينطلق جميم الهيموجاويين الذي بها.

ـ في الأنبوبة (جـ) تبقى أحجام خلايا الدم الحمراء ثابتة دون تغير.

- في الأنبوبة (د) يزيد الضغط الأسموري للمحلول ويخرج الماء من خلايا الدم الحمراء فتصغر أحجامها وتنكمش.

٧ _ تعيين فصائل الدم وعامل الريسس Rh

تعين فصائل الدم باستخدام الجسمين المضادين a و b. كما يعين عامل الريسس باستخدام الجسم المضاد له Anti-Rh .

الطريقة:

ـ قسم شريحة زجاجية نظيفة إلى ثلاثة أجزاء.

 ضع قطرة من الجسم المضاد a على جزء من الشريحة، وقطرة من الجسم المضاد b على الجزء الثانى منها، وقطرة من الجسم المضاد لعامل الريسس Anti-Rh على الجزء الثالث منها.

- أضف قطرة من دم الشخص الذى يراد تعيين فصيلة دمه إلى الأجسام المضادة الثلاثة واخلطها جيداً. وراقب حدوث الإلصاق في الدم على الأجزاء الثلاثة من الشريحة.

النصل الحامس عشر: النسبولوچيا العملية

التيجة:

_ إذا حدث إلماق في الحالات الثلاث أى مع الجسم المضاد a ومع الجسم المضاد dani-Rh قبل هذا على أن الدم المضاد de ومع الجسم المضاد المصاف Ami-Rh قبل هذا على أن الدم المراد اختباره يحوى مولد الإلصاق Ap وكذلك معامل الريسس Rh. وبناءً على ذلك تكون فصيلة الدم الختيرة هي AB*.

_ إذا لم يحدث الصاق في الحالات الثلاث يدل هذا على غياب جميع مولدات الإلصاق. وبناءً على ذلك تكون فصيلة الدم الختيرة هي O.

... وهكذا يمكن استنتاج الفصائل الأخرى مثل *O+, AB-, B-, B+, A-, A

Hematological Parameters المايير الهيماتولوچية

للدم عدة معاير هامة تمد قيمها دلالات هامة ومؤشرات أساسية لسلامة الكائن الحي. وتتمثل هذه المعايير في العدد الكلى لكل من خلايا الدم المحمراء وخلايا الدم البيضاء والعدد النوعي لخلايا الدم البيضاء وكمية الهيموجلوبين وقيمة الهيماتوكريت ومؤشرات خلايا الدم الحمراء ومعدل ترميب خلايا الدم الحمراء وزمن التجلط. وفي كل تلك القياسات يستخدم هم غير متجلط.

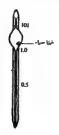
Red Blood Cell or Erythrocyte Counts المعراء __ الحمراء __ الحمراء

لعد خلايا اللم الحمراء تستخلم ماصة خاصة وشريحة زجاجية ملرجة تسمى هيموسيتوميتر Hemocylometer .

وصف للاصة:

الماصة (شكل ٥٥) مدرجة بعلامتين، سفلية 0.5 وعلوبة 101. ويمثل

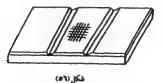
الرقمان حجم الفراغ داخل الماصة بالملليمترات المكعبة. وقبيل العلامة العلوية يوجد انتفاخ في الماصة به خرزة ذات لون أحصر تستخدم لتقليب الدم.



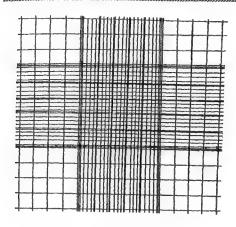
شكل (60) الماصة المستخدمة لعد خلايا الدم الجبراء

وصف الهيموسيتوميتر

الهیموسیتومیتر (شکل ۴۰) عبارة عن شریحة زجاجیة سمیکة یوجد علی مسرحها الوسطی ۲۰ مربع. کل مربع منها مقسم إلی ۱۲ مربع أصغر (شکل ۲۰). طول ضلع المربع العبغیر یساوی $\frac{1}{4}$ م. وهو محفور بعمل $\frac{1}{4}$ م. للا یکون حجمه $\frac{1}{4}$ $\times \frac{1}{4}$ $\times \frac{1}{4}$



شريحة الهموستومت



شكل (۵۷) مربعات الهيموسيتوميتر مكبرة

الطريقة:

- ١ محضر محلول متساوى التوتر Isotonic Solution لتخفيف الدم، وهو
 عبارة عن كلوريد صوديوم مذاب في ماء مقطر.
- ٢ ـ اسحب بواسطة الماصة دم غير متجلط حتى علامة 0.5. ثم اكمل بالمحلول المتساوى التوتر حتى علامة 101. ثم اغلق نهايتي الماصة بواسطة الابهام والسبابة ورج الماصة. ثم افركها بين راحتى اليدين لمزج الدم بالمحلول المتساوى التوتر.
- ٣ ... تخلص من بضع قطرات من الدم المخفف عبر الفتحة السفلية للماصة.

بعد ذلك ضع قطرة من الدم الخفف عند حافة الفطاء الزجاجي الموضوع على الشريحة. لاحظ أن قطرة الدم ستنتشر بالخاصة الشعرية ما بين النطاء الزجاجي والشريحة. اترك الشريحة دقيقة لكي تترسب خلايا الدم الحمراء ثم ضمها تحت الجهر لكي تفحص.

٤ - ابدأ الفحص بالقوة الصغرى لمعرفة توزيع خلايا الدم الحمراء، لأنه ينبغى أن يكون التوزيع متجانساً وبلا تجمع، فإن وجد هذا التجمع نظف الشريحة وضع قطرة جديدة. وإذا تكرر وجود التجمع فإن ذلك يعنى أن اللم لم يسحب بالطريقة الصحيحة ولم يخفف كما ينبغى. وفي هذه الحالة يجب إعادة التخفيف. ولعد خلايا الدم الحمراء استخدم المدسة الكبرى. ويتم العد في ٥ مربعات كبيرة تقع على أحد قطرى المربع. لاحظ أن كل من هذه المربعات الكبيرة يحتوى على آ١ مربع صغير، أي يجرى العد في ١٠ مربع صغير، ومن ذلك احسب عدد خلايا اللم الحمراء في كل ١ م ٣٠ من الدم.

ولتيسير عد خلايا الدم الحمراء ارسم المربعات الخمسة الكبيرة (بكل منها ١٦ مربع صمنير) على ورقة لكى تدون عدد الخلايا في كل منها. لاحظ أنه يجب ألا تزيد الفروق بين أعداد خلايا الدم الحمراء في المربعات الخمسة الكبيرة عن ١٠٪ زيادة أو نقصانًا وإلا كان توزيع الخلايا غير متجانس.

ن عدد خلايا الدم الحمراء/م من الدم = $\frac{N}{\Lambda^*}$ 2004 خلية دم حمراء/م من الدم.

الفصل الحامس عشر : الفسيولوچيا العملية

أو بطريقة أبسط:

$$\omega = \frac{\omega \times \frac{\xi \cdot \cdot \cdot \times \xi \cdot \cdot \times x}{\Lambda}}{\Lambda}$$
 خلية دم حمراء ام من الدم

عد خلايا النم البيضاء White Blood Cell or Leucocyte Count

لعد خلايا الدم البيضاء تستخدم نفس الشريحة الزجاجية المسماة بالهيموميتوميتر التى استخدمت لمد خلايا اللم الحمراء. لكن هنا تستخدم ماصة تختلف مقايسها عن تلك التى استخدمت لعد خلايا الدم الحمراء. إذ أن تدريجها عبارة عن علامتين، سفلية 0.5 وعلوية 11. وقبيل العلامة العلوية يوجد انتفاخ في الماصة به خرزة ذات لون أبيض تستخدم لمزج اللم بالمحلول المخفف. والمحلول المخفف هنا عبارة عن محلول مركب من جزئين (أ) و (ب)، ويسميان محلولا شاو (أ) و (ب). (Shaw's Solutions A, B).

الطريقة:

ا - حضر محلولي شاو (أ) و (ب) (Shaw's Solutions A and B)
 المستخدمين لتخفيف الدم كالأتي:

Shaw's Solut	ion A	Shaw's Solution B		
- Neutral Red - NaCl - Distilled H ₂ O	(25mg) (0.9g) (100 ml)	 Gention or Crystal Violet Sodium Citrate Formeldhyde Distilled H₂O 	(12mg) (3.2g) (0.4ml) (100ml)	

ثم خذ ۱ مل من محلول شاو (أ)، و١ مل من محلول شاو (ب) واخلطهما معاً في زجاجة ساعة.

۲ ـ اسحب بواسطة الماصة دم غير متجلط حتى علامة 0.5، ثم اكسل بمخلوط محلولى شاو (أ)، (ب) حتى علامة 11. ثم افرك الماصة عند الانتفاخ بين راحتى اليدين لمزج الدم بمخلوط محلولى شاو.

٣ ـ اتبع نفس الخطوة السابقة رقم (٣) التي أجريت عند عد خلايا الدم
 الحمراء.

٤ ــ اتبع نفس الخطوة السابقة رقم (٤) التي أجريت عند عد حلايا الدم
 الحمراء، إلا أن العد هنا ينبغي أن يكون بواسطة العدمة الصغرى فقط.
 الحسامات :

ن عدد خلایا اللم البیضاء/م۳ من اللم = $\frac{2}{\Lambda}$ × ۲۰ × ۲۰ خلیة دم بیضاء/م۳ من اللم

جــ العد النوعي غلايا الدم البيضاء Differential Count

في هذه الطريقة يتم تقدير النسبة المثوية لأنواع خلايا الذم البيضاء وهي: الخلايا اللم مصفية Monocytes وإحيدة السنسواة Monocytes والمتسادلة الخلايا اللمسفية Basophils وتعد Basophils. وتعد المساحات من اللم على شرائح زجاجية تصبغ بصبغة خاصة تظهر خلايا اللم البيضاء بوضوح، وتسمى هذه الصبغة صبغة جيمسا Giemsa's Stain.

النصل الخامس عشر: النسيولوچيا العملية

الطريقة:

١ حضر محلول منظم Buffer Solution الإذابة ٥٠٠٠ جرام من ملح منظم Buffer Salt في ١٠ مل ماء مقطر. ثم توضع في وعاء من أوعية صبغ الشرائح Staining Jar وبفضل مضاعفة هذه الكميات.

٢ _ حضر صبغة جيمسا كالآتي:

يضاف ٩ مل من المحلول المنظم المحضر في الخطوة السابقة إلى ١ مل من صبغة چيمسا. وتوضع في أحد أوعية صبغ الشرائح.

۳ ضع قطرة من دم غیر متجلط على شریحة نظیفة تماماً، ثم افردها بواسطة شریحة أخرى نظیفة، ثم اتر کها انتجف فى الهواء. و کور ذلك بتحضیر عدة شرائح أخرى.

 لنبت Fix الشوائح بوضعها في كحول الميثانول لمدة دقيقتين. ثم اخرجها والركها لتجف مرة أخرى.

 هـ ضع الشرائح في صبغة چيمسا لمدة تتراوح من ١-٥ دفائق وحدد المدة الملائمة لعمل الصبغة بالتجريب بواسطة الميكروسكوب.

٦ - اغسل الشرائح عدة مرات بواسطة المحلول المنظم ثم اتركها لتجف. وبذا
 تكون الشرائح جاهزة للفحص والعد.

٧ ـ صمم جدول بأنواع خلايا الدم البيضاء وأعدادها في عشر مرات مختلفة.
 ثم احسب المتوسط لأعداد كل نوع منها.

	اعداد محلايا اللم البيضاء White Blood Cell Counts				
	Lymphocyteds اخلایااللمفید	Monocytes اخلایا رحیدة المواة	Neutropials Idekşiilədəli	Eosisophils اخلایا اخیادللماستی	Basophils اخلایا اخبة للقاحدة
1				***************************************	
2	Marchiteres : 100011 photosus styles		An an a sign of the same of th		·******
3	***************************************			·	***************************************
4	******	***************	,		
-2	***************************************		***************************************		***************************************
7	naki merilgin a alam sisetin 4 a sisetimin merili sisetimi	***************************************	***************************************	***************************************	*************
8		A		****************************	************************
ő	AND A COLLEGE OF THE PARTY OF T	***************************************	(4) 14(4) - 4) - 4) - 4) - 4) - 4) - 4) - 4)	*****************************	*****
าก็ไ		Augustic Control of Control	***************************************		2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2

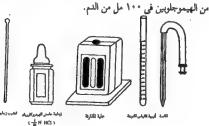
$$\bar{X} = \frac{\sum X}{\lambda}$$
 $\bar{X} = \frac{\sum X}{\lambda}$ $\bar{X} = \frac{\sum X}{\lambda}$ $\bar{X} = \frac{\sum X}{\lambda}$ $\bar{X} = \frac{\sum X}{\lambda}$

المدورة الخبرائح المجهزة للعد بواسطة الميكروسكوب محت العدسة ذات القوة الكبرى. ويستحسن أن يختار من كل شريحة جهزت أفضل جزء فيها، حيث تظهر بها خلايا الدم البيضاء واضحة جيداً. وعلم المجال الميكروسكوبى Field بخليتى دم بيضاوين، إحداهما على اليمين والأخرى على اليسار. ثم ابدأ العد لكل نوع من خلايا اللم البيضاء، ودونه فى الجدول المصمم فى الخطوة السابقة. ثم اضبط مجالا ميكروسكوبي ثانيا بتحريك الشريحة يمينا أو يساراً بحيث يكون حد المجال الميكروسكوبي الثاني هو إحدى الخليتين السابقتين اللتين عُم بهما الميكروسكوبي الشابق، ثم ابدأ العد. وكرر ذلك حتى عشر مجالات ميكروسكوبي الدائل البيضاء لكل نوع منها بقسمة مجموع مجالات الميطاء في كل نوع على ١٠ (عدد مرات الفحص). وبنبغي ألا تكرر عد الخلايا البيضاء التي تكون حداً في مجالين ميكروسكوبيين. ثم الحسب النسبة المدوية لعدد كل نوع من خلايا الدم البيضاء بالنسبة المحبوع الكلي لها.

د _ تعيين كمية الهيموجلويين Hemoglobin Content

تعتبر كمية الهيموجلوبين إلى حد ما دلالة على عدد خلايا الدم الحمراء. ولتعيين كمية الهيموجلوبين توجد عدة طرق أبسطها وأسرعها طريقة سهلى Sahli Method التي تعتمد على تفاعل الهيموجلوبين مع حامض الهيدروكلوبك الخفف ليتكون مركب ذو لون بنى يسمى الهيماتين الحامضي Acid Hematin.

ويسمى جهاز سهلى بمقياس الهيموجادبين Hemoglobinometer. ويطلق عليه اختصاراً هيمومتر Hemometer. وهو يتركب كما في شكل (٥٨) من رجاجة صغيرة غتوى على ٩،١ عيارى (٥١ (٥.١ من حامض الهيموركاريك مزودة برأس ذات قطارة وقضيب زجاجي رفيع وماصة سعتها ٢٠ مل وعلية زجاجية ملونة قياسية Color Standard وأنبوية مدرجة عليه نوعان من التعيمات. أحدهما يبدأ من صغر إلى ١٤٠، ويمبر عن كمية الهيموجلوبين كنسبة مثوية من الكمية الطبيعية. وهذا هو الذي يستعمل غالباً. أما التقسيم الثاني فيمبر عن الكمية المطلقة للهيموجلوبين بالنسبة المثوية أي عدد الجرامات



شكل (۱۹۵) جهاز سهاي تعيين كمية الهيموجلويين (Hemoglobinometer or Hemometer)

الطريقة:

١ .. ضع كمية من حامض الهيدروكاوريك في الأنبوبة المدرجة حتى العلامة ٣٠.

٧ .. عقم أصبحك بواسطة قطمة من القطن مشبعة بالكحول، وكذلك عقم إبرة على لهب ثم دعها تبرد. ثم بالإبرة أوخز اصبحك وخوة قوية وسريعة بحيث تخرج قطرة دم كبيرة الحجم. واسحب بالماصة قطرة الدم حتى الملامة ٢٠ ، ثم انقل الدم على الفور إلى الأنبوية المدرجة المحتوية على حامض الهيدروكلوريك حتى العلامة ٣٠ . ثم أسحب كمية من حامض الهيدروكلوريك حتى العلامة ٣٠ . ثم أسحب كمية من حامض الهيدروكلوريك رئي داخل الماصة لفسلها وكرر ذلك عدة مرات.

٣- أضف حامض الهيدروكاروك على شكل قطرات مع المزج بواسطة القضيب الزجاجي حتى يتكون لون بني قابت نتيجة لتحول الهيدوجاوبين إلى الهيدائين الحامض. واستمر في إضافة حامض الهيدائين الحامضي، واستمر في إضافة حامض الهيدائين الحامضي باللون القياسي في علبة المقارنة، وإلى أن يتساوى اللونان. ويجب عمل هذه المقارنة في ضوء النافذة ليسهل تخديد شدة اللون.

٤ ــ اترك المخلوط لمنة دقيقة بعد إضافة آخر قطرة تعادل عندها اللونان. بعدائد أضف قطرة أخرى من حامض الهيدروكلوريك فتلاحظ أن لون الحلول صار أفتح قليلا من اللون القياسي في علبة المقارنة. عندئذ خذ متوسط القرائدين كتنيجة نهائية.

هــ تعين قيمة الهيمانوكريت

Hematocrit Value (Ht) or Packed Cell Volume (PCV)

تمبر قيمة الهيمانوكهت عن النبة بين حجم خلايا الدم الحمراء وحجم البلازما. وتقفر غالباً كتمية متوية، أى تضرب النسبة بين حجم خلايا الدم الحمراء وحجم البلازما × ١٠٠ . وتبلغ قيمة الهيماتوكريت في الرجل السليم ١٤٥ وفي المرأة السليمة ٢٤٠.

وقيمة الهيماتوكريت هي دلالة هامة على صحة الشخص وسلامته. إذ أن تلك القيمة دلالة على غنى اللم بالهيموجلوبين. فانخفاض قيمة الهيماتوكريت تعنى نقص عدد خلايا اللم الحمراء ومن ثم حدوث الأنيميا. وبعني انخفاض قيمة الهيماتوكريت أيضا زيادة ماء الجسم Over-Hydration وبالمكس فزيادة قيمة الهيماتوكريت تعنى حدوث الجفاف أو فقدان السوائل الجسمية Dehydration. وتزيد قيمة الهيماتوكريت في حالات سرطان اللم الأحمر Polycythemia حيث يزيد عدد خلايا الدم الحمراء زيادة كبيرة وكذلك يزيد أيضاً في حالة الجفاف Dehydration. وتدل قيمة الهيماتوكريت مثلها مثل كمية الهيموجلوبين على عدد خلايا الدم الحمراء، إلا أن قيمة الهيماتوكريت تعدهم الأكثر دقة.

الطريقة

ا حدداً من أنابيب الهيمانوكريت، وهى أنابيب شعرية مفتوحة الطرفين
ومصممة لتعيين قيمة الهيمانوكريت. وضع بها قليلا من مانع التجلط
إذا لم يكن الدم ممنوعاً من التجلط سابقاً. ثم ضع الدم يكل أنبوبة من
أحد طرفيها، وبواسطة لهب اقفل طرفها الآخر الخالى من الدم. لكن
احدر من يخفيف الدم يزيادة الحرارة.

٧ ـ انتظر فترة من الوقت حتى تترسب خلايا الدم الحمراء إلى الجزء الأسفل من كل أنبوية وتصعد البلازما إلى أعلى. ومن الأسهل الحصول على هذه النتيجة باستعمال جهاز الطرد المركزى بسرعة ٢٥٠٥ دورة في الدقيقة لمدة ٢٠ دقيقة. لاحظ بعد توقف الجهاز أن خلايا الدم الحمراء تكون طبقة سميكة في النصف الأسفل من الأنبوية بينما تكون البلازما طبقة سميكة أجرى ذات لون قشى فوق خلايا الدم الحمراء. وبين الطبقتين توجد طبقة رقيقة رمادية اللون Puffy Layer تتكون من خلايا الدم البصوراء. وبين الطبقتين توجد طبقة رقيقة ومادية اللون عمد الله النصاء والصفيحات الدموية.

٣ ـ ضع كل أنبوبة أفقياً على مقياس الهيماتوكريت الموجود فوق غطاء جهاز الطرد المركزي بشرط أن تكون بين الحدين صفر و ١٠٠ . ثم اقرأ نسبة خلايا الدم الحمراء إلى عمود الدم الكلي مباشرة بفضل التقسيمات المائة الموجودة على غطاء جهاز الطرد المركزي.

و ... تعيين معدل ترسيب خلايا الدم الحمواء

Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR)

يمبر معدل ترسيب خلايا الدم الحمراء عن سمك طبقة البلازما الرائقة (بِالمُلليمترات) فوق خلايا الدم الحمراء المترسبة عند نهاية ساعة وعند نهاية ساعتين. لذا يعبر عنه بوحدة ملليمتر/ساعة وملليمتر/ ساعتين. ويعني هذا أنه كلما قل عدد خلايا اللم الحمراء زاد معدل الترسيب. ويعتمد معدل ترسيب خلايا الدم الحمراء على تركينز بعض البروتينات في البلازما، خاصة الفيبرينوجين والفا وجاما جلوبيولين. ونظرًا لأن تراكيز هذه البروتينات تزيد عند وجود التهابات لذا فإن معدل ترسيب خلايا الدم الحمراء يزيد في مثل هذه الحالات. وعلى الرغم من أن معدل ترسيب خلايا الدم الحمراء يعتبر دلالة نافعة على وجود الحالات المرضية إلا أنه لا يميز بين تلك الحالات. إذ أنه يزيد عمومًا عند حدوث الالتهابات والعدوى والسرطان أيضًا.

الطريقة:

تستخدم طريقة ويسترجرين Westergren Method لتقدير معدل ترسيب خلايا الدم الحمراء. وفيها تستعمل أنبوبة زجاجية ماصة رفيعة مدرجة ومثبتة رأسيًا في حامل خشبي وتسمى أنبوبة ويسترجرين Westergren Tube .

املاً الأنبوبة بدم غير متجلط، وثبتها في وضعها الرأسي. ثم قس سمك طبقة البلازما (بالملليمترات) في نهاية ساعة ثم في نهاية ساعتين.

الفصل الخامس حشر : الفسيولوچينا العملية

ي - حساب مؤشرات خلايا اللم الحمراء Red Blood Cell Indices

مؤشرات خلايا الدم الحمراء ثلاث هي :

- Mean Corpuscular Volume (MCV)

- Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)

- Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)

- Mean Corpuscular Hemoglobin التركيز المتوسط لهيموجلوايين خلية الدم الحمراء التركيز المتوسط لهيموجلوايين خلية الدم الحمراء (MCHC)

MCV (
$$\mu$$
m³) = $\frac{\text{Hi(\%)}}{\text{RBC Count (Cells mm}^3)}$ x 10
MCH (pg) = $\frac{\text{Hb (g 100 mL}^{-1})}{\text{RBC Count (Cells mm}^3)}$ x 100
MCHC (% or dl) = $\frac{\text{Hb (g 100 mL}^{-1})}{\text{Hi(\%)}}$ x 100

ح عين زمن العجاط Coagulation or Clotting Time

زمن التجلط هو الزمن اللازم لتخر الدم منذ لحظة سحبه من الجسم وبعبر عنه بوحدة الثانية. وبمكن تعييته بسهولة بواسطة طريقة الأنابيب الشمرية Capillary Tube Method.

الط بقة:

١ ... عقم اصبعك بقطعة قطن مشبعة بالكحول، وكذلك عقم إبرة على لهب ثم دعها تبرد. ثم أوخز اصبعك بحيث تحصل على قطرة دم كبيرة. اسحب قطرة الدم في أنبوية زجاجية شعرية. اضبط وقت السحب بواسطة ساعة إيقاف أو بواسطة عقرب الثراني في الساعة.

٢ ــ بعد مرور ٣٠ ثانية اكسر قطعة صغيرة من الأنبوبة الشعرية. لن تلاحظ

تكون خيط دموى بين نهايتي القطع. ويدل هذا على عدم حدوث التجلط بعد.

٣ بعد مرور ٣٠ ثانية تالية اكسر قطعة أخرى، واستمر في كسر قطع متوالية
 من الأنبوبة الشعرية حتى تلاحظ تكون خيط دموى مطاطى وهو عبارة
 عن الدم المتجلط.

سادسا _ اليول Urine

١ _ الكشف عن المكونات الطبيعية للبول

Lilکلور Chlorine

يوجد الكلور في البول بصورة أساسية على هيئة كلوريد الصوديوم. ونزداد كميته عند تناول الأغذية الفنية بالملح. ويتم الكشف عنه باستخدام تفاعل أيونات الكلوريد مع نيترات الفضة ليكون راسباً أبيض هو كلوريد الفضة الذي يصبح لونه غامقاً بفعل الضوء بعد فترة من الزمن.

وللكشف عن الكلور في البول يلزم وجود المواد الآتية:

_ بول حديث.

.. محلول نيترات الفضة 11.

_ محلول حامض النيتريك ١٠ ٪.

الطريقة :

خد ۲ مل من البول في أنبوبة اختبار وأضف إليها لم من محلول نيترات
 الفضة و ٥ قطرات من حامض النيتريك ٢١٥.

النتيجة :

يتكون راسب أبيض، يذوب إذا أضيف إليه ٢ مل من الأمونيا.

ب_ الكبريتات Sulphate

مصدر أيونات الكبريتات في البول هو الأحماض الأمينية الكبريتية التي تتأكسد في الجسم لتكون هذه الأيونات في النهاية. وتعثمد كمية الكبريتات في البول على تفكك البروتيات النسيجية وتناول اللحوم. ويتم الكشف عن هذه الأيونات بتفاعلها مع كلوريد الباريوم معطية راسب أبيض من كبريتات الباريوم، لا يلوب في الأحماض ولا القلويات.

> وللكشف عن الكبريتات في البول يلزم وجود المواد الآتية: - بول حديث.

> > _ محلول كلوريد الباريوم ٥٦.

الطريقة:

ضع ٣ مل من البول في أنبوبة اختبار، ثم أضف إليها لم مل من محلول كلوريد الباريوم.

التيجة:

يتكون راسب أبيض هو كبريتات الباريوم.

جــ الفوسفات Phosphate

مصدر الفوسفات في البول قد يكون الغذاء أو تفكك المركبات العضوية المحتوية على فوسفور مثل الليبيدات الفوسفورية والبروتينات الفوسفاية والبروتينات النوية. وترداد كمية الفوسفات في يعمل على نزع الفوسفات من المركبات العضوية. وتزداد كمية الفوسفات في حالة الإجهاد العضلى. ويتم الكشف عن الفوسفات باستخدام موليبدات الأمونيوم في وسط حامضى، حيث يتفاعل حامض الفوسفوريك مؤديا إلى

ظهور راسب أصفر هو فوسفوموليبدات الأمونيوم الذي لا يذوب في حامض النيريك بينما يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم.

وللكشف عن الفوسفات في البول يلزم وجود المواد الآتية:

_ بول حديث

_ كاشف موليبدات الأمونيوم الذى يحضر بإذابة ٧,٥ جرام من ملح موليبدات الأمونيوم في ١٠٠ مل ماء، ثم يضاف إليها ١٠٠ مل من حامض النيتريك ٢٣٢.

الطريقة

_ضع ۲ مل من كاشف موليبدات الأمونيوم في أنبوبة اختبار وسخنها حتى الغليان، ثم أضف بعد ذلك يضع قطرات من البول

النيجة

يتكون راسب بللورى ذي لون أصفر هو فوسفو موليبدات الأمونيوم.

د _ البولينا (اليوريا) Urea

البولينا هي واحدة من أهم نواخ أيض الأحماض الأمينية. وتختلف كمية البولينا في البول من يوم إلى آخر أو خلال اليوم حسب نوع الغذاء خاصة البرونينات. وتقل كمية تلك المادة في البول في حالة الإصابة بعدد من أمراض الكبد أو الكلي. ويتم الكشف عن وجودها في البول باستعمال هيبوبروميت الصوديوم Brona في وسط قلوى، حيث ينبعث غاز النيتروجين ويتكون بروميد الصوديوم وكربونات الصوديوم.

وللكشف عن البولينا في البول يلزم وجود المواد الآتية:

الفصل الخامس عشره الفسيولوچيا العملية

_ بول حديث.

ـ محلول هييوبروميت الصوديوم الذي يحضر بإضافة ٥ مل من ماء البروم إلى ٥٠ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم و ١٠٠ مل من الماء.

الطريقة:

منع ٥ مل من البول في أتبوبة اختبار، وأضف إليها ٢ مل من محلول هيروبروميت الصوديوم.

النتيجة:

ينبعث غاز النيتروجين على شكل فقاعات كثيفة على جدار الأنبوبة.

هــ حامض البوليك (اليوريك) Uric Acid

حامض البوليك هو أحد نوانج نفكك القواعد البيورينية الداخلة في تركيب الأحماض النووية. لذلك فإن زيادة كمية الغذاء الغنية بهذه المركبات يؤدى إلى ارتفاع كمية هذا الحامض في البول. ويتم الكشف عن حامض اليوريك في البول بتمامله مع كاشف حامض فوسفوتنجستيك، فيظهر لون أزرق.

وللكشف عن حامض البوليك في البول يلزم وجود المواد الآتية:

_ بول حديث.

كاشف حامض فوسفوتنجستيك الذى يحضر بإذابة ١٠٠ جرام من تنجستات الصوديوم النقية في ١٠٠ مل ماء في كأس نظيف مع الاستمانة بلهب خفيف، ثم يذاب في كأس آخر ٢٠ جرام من فوسفات الصوديوم أحادية الهيدروجين الجافة في حوالي ٥٠ مل ماء. ثم يبرد المحلولان. ويضاف المحلول الثانى ببطء إلى ١٠٠٠ مل من المحلول الثانى ببطء إلى ١٠٠٠ مل من الماء. ويحفظ هذا الكاشف في زجاجة معتمة.

الطريقة:

_ ضع ٢ مل من البول في أنبوبة اختبار. ثم أضف إليها بضع قطرات من كاشف حامض فوسفوتنجستيك.

التبجة:

يظهر لون أزرق غامق.

و_الكرياتينين Creatinine

مصدر الكرياتينين في البول هو العمليات الأيضية لفوسفات الكرياتينين في العضلات. وكلما زادت عملية تفكك فوسفات الكرياتينين زادت نسية الكرياتينين في البول. وبالتالي تزيد كميته عند اجراء التمارين الرياضية وفي حالة أمراض الكلى والعضلات. ويعتمد الكشف عن وجود الكرباتينين في البول على تفاعله مع حامض البيكريك المشبع في وسط قلوى بما يؤدي إلى تكون لون يرتقالي.

وللكشف عن الكرياتينين في البول يلزم وجود المواد الآتية:

_ بول حديث

_ حامض البيكريك المشبع

_ محلول هيدروكسيد الصوديوم ١٠٠٪

الطريقة:

ـ ضم ٢ مل من البول في أنبوبة اختبار، وأضف إليها لمحمل من حامض البيكريك وليدمل من هيدروكسيد الصوديوم. ثم امزج هذه المحاليل بالرج.

النتيجة:

يظهر لون يرتقالي.

الفصل الخامس عشره الفسيولوجيا العملية

٢ _ الكشف عن المكونات المرضية في البول

أ_ البروتينات Proteins

فى الحالة الطبيعية توجد البروتينات بقدر ضئيل جداً لا يمكن قياسه. لكن فى حالة التهاب الكليتين يظهر الألبيومين فى البول، وفى حالة الأورام الخبيشة فى العظام تظهر بعض البروتينات الأخرى. ويتم الكشف عن وجود البروتين فى البول بنفس الطرق التى ذكرت من قبل فى اختبارات البروتين.

ب_ الجلوكور Glucose

يظهر الجلوكوز في البول في حالة الإصابة بمرض السكر. ويتم الكشف عن وجوده في البول بنفس الطرق التي ذكرت في اختبارات الكربوهيدرات.

جــ الأجسام الكيتونية Ketone Bodies

تظهر الأجسام الكيتونية في البول في حالتي الإصابة بمرض السكر واضطراب أيض الليبيدات. وهذه الأجسام هي الأسيتون وحامض الأسيتواسيتك وحامض بيتا هيدروكسي بيوتيريك. وتسمى حالة ظهور الأجسام الكيتونية في البول بالتبول الكيتوني Ketonuria.

_ الأسينون Acetone

يتم الكشف عن الأسيتون في البول بطريقة روثيرا Rothera التي تعتمد على أن الأسيتون يكون مع ملح نيتروبروسيد الصوديوم في وسط قلوى نواهج ذات لون أحمر بنفسجي.

> وللكشف عن الأسيتون في البول يلزم وجود المواد الآتية: ـ بول حديث، مؤكد وجود الأجسام الكيتونية فيه.

_كبريتات الأمونيوم الصلبة.

_ محلول الأمونيا المركز.

_ محلول نيتروبروسيد الصوديوم ٥٠.

الطريقة:

ا حضع ٥ مل من البول فى أنبوبة اختبار، ثم شبعه بكبريتات الأمونيوم
 الصلبة. ثم أضف قطرتين أو ثلاثة من الأمونيا المركزة و٥ قطرات من
 محلول نيتروبروسيد الصوديوم المضرحديثا.

٢ ... رج هذه المواد، واتركها بضع دقائق.

التيجة

يتكون لون أحمر بنفسجي.

- حامض الأسيتوأسيتك

يتم الكشف عن حامض الأسيتو أسيتك في البول بطريقة جيرهارد Gerhard التي تعتمد على أن كلوريد الحديد يكون مع ملح الصوديوم ممقداً ذا لون أحمر من حامض الأسيتو اسيتك.

وللكشف عن حامض الأسيتو أسيتك يلزم وجود المواد الآتية:

ــ بول حديث، مؤكد وجود الأجسام الكيتونية فيه.

_ محلول كلوريد الحديد و2 1.4 FeCl.

الطريقة:

ــ ضع ٥ مل من البول في أنبوية اختبار، ثم أضف إليه محلول كلوريد الحديد بواسطة تطارة.

النصل الخامس عشره النسيولوجيا العملية

التيجة:

يتكون راسب أبيض مصفر. استمر في إضافة الكاشف حتى يتوقف تكون مزيد من الراسب. فإذا كان البول يحتوى على حامض الأسيتواسيتك يتكون لون أحمر فا ع.

د _ اللم أو الهيموجلويين Blood or Hemoglobin

عند إصابة المجارى البولية والكليتين ووجود الحصوات يتواجد الدم أو الهيموجلوبين بالبول، وتسمى هذه الحالة بالتبول الدموى Hematuria. وفيها يظهر البول أحمر معتم، ويتم الكشف عن وجود الدم فى البول بالفحص المجهرى بحثًا عن وجود خلايا المم الحمراء، أما الهيموجلوبين فيتم الكشف عنه بتفاعله مع البنزيدين فى حامض الخليك الثلجى بوجود فوق أكسيد المهيدوجين مكونًا معقدًا ذا لون أخضر أو أزرق حسب كمية الدم.

وللكشف عن الهيموجلوبين في البول يلزم وجود المواد الآتية:

_ بول حديث، يحتوى على الدم.

_ محلول بنزيدين مشبع في حامض الخليك الثلجي.

_ محلول فوق أكسيد الهيدروجين.

الطريقة:

_ ضع ٣ مل من البول فى أنبوبة اختبار. ثم أضف إليها بضع قطرات من محلول البنزيدين محلول في محلول البنزيدين المشبع فى حامض الخليك. ثم رج المحتويات جيلاً.

النئيجة:

يظهر لون أخضر أو أزرق.

هـ أمباغ الصفراء Bile Pigments

تنتج أصباغ الصفراء (بيليروبين Bilirubin وبيليقردين Biliverdin عن عملية أيض الهيم الناتج عن تكسير جزيئات الهيموجلوبين بعد انقضاء عمر خلايا الدم الحمراء، وفي الحالة العليمية تطرد هذه الأصباغ مع البراز بصورة رئيسية، إلا أن جزءاً ضئيلاً منها يطرد مع البول وذلك عند ازدياد كميتها في اللم. وفي حالة انسداد المجرى الصغراوى الواصل من الكبد إلى الأمعاء، وحالة أمراض الكبد يمتص البيليروبين إلى الدم، ويؤيد تركيزه فيه، ويمر جزء منه عبر الكليتين إلى البول.

وللكشف عن أصباغ الصفراء في البول يلزم وجود المواد الآتية:

_ بول حديث.

_ حامض النيتريك المركز

الطريقة،

- ضع ٢ مل من حامض اليتريك في أنبوبة اختبار ثم أضف إليها ٢ مل من البول بحذر مع مراعاة علم رج الأنبوبة. ثم انتظر بضع دقائق.

التيجة:

تظهر حلقات ملونة عند السطح الفاصل بين طبقة الحامض وطبقة البول. و ـــ أملاح الصفواء Bile Salts

أملاح الصفراء هي إحدى مكونات العصارة الصفراوية Bil التي يفرزها الكبد. وهي عبارة عن نوعين: تاوروكولات الصوديوم Na Taurocholate وجليكوكولات الصوديوم Na Giycocholate. ولأملاح الصفراء عدة وظائف أهمها أنها تخول الدهون التي في الغذاء إلى مستحلب يسهل هضمه، وذلك من خلال تقليل الشوتر السطحي لهذه الدهون. وتساعد كذلك على

وتعتمد طريقة الكشف عن أملاح الصفراء على خاصية خفض هذه الأملاح للتوتر السطحي للسائل الذي توجد فيه.

ويلزم للكشف عن أملاح الصفراء في البول وجود المواد الآتية:

ــ بول حنيث.

_ مسحوق الكبريت.

الطريقة:

... ضع ٣ مل من البول في أنبوبة اختبار، ثم أضف قليلا من مسحوق الكبريت، مع مراعاة عدم رج الأنبوبة.

التيجة

يلاحظ نزول ذرات الكبريت إلى الأسفل في حالة وجود أملاح الصفراء. لكنها تبقى على السطح في حالة عدم وجود هذه الأملاح.

ز ـ الرواسب البولية:

فى الحالة الطبيعية تكون جميع الأملاح المعننية والعضوية المطرودة فى البول فى حالة ذائبة. لكن فى بعض الحالات لا يذوب جزء من الأملاح الممدنية والأحماض العضوية (مثل حامض البوليك أو اليوريك) فتظهر على هيئة رواسب بولية متبلورة، ولبلوراتها أشكال مختلفة. وفضلا عن الأملاح المذكورة يمكن أن تظهر مع البول فى عدد من الحالات المرضية رواسب خلوية تكون غالباً مختلطة مع الرواسب الملحية. ومن أهم هذه الرواسب الخلوية خلايا المدم الحمراء والبيضاء. ولكل من هذه وتلك شكل خاص عقت المكروسكوب

ويلزم للكشف عن هذه الرواسب البولية وجود المواد الآتية:

_ بول حديث

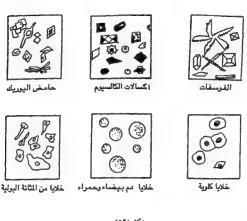
_ مجهر وشرائح زجاجية

الطريقة:

ـ ضع ١٠ مل من البول في أنبوبة اختبار. ثم انقل قطرة فيها بعض الرواسب إلى شريحة زجاجية وافحصها عتت المجهر.

التيجة:

تظهر أشكال مختلفة يمكن تمييز كل منها كما في الشكل (٥٩).



څکل (۹۹) الرواسب البولية

المراجع

المراجع

- Adolph E.F. (1967): The heart's Pacemaker, Sci. Am. 216 (3): 32-37.
- Barnes C.D. and Kircher C. (1968): Readings in neurophysiology,
 New York, John Wiley & Sons.
- Bendall J.R. (1969): Muscles, molecules and movement, New York, American Elsevier Publishing Co.
- Berne R.M. and Levy M.N. (1977): Cardiovascular Physiology,
 ed.3, St. Louis, C.V. Mosby Co., pp. 75-129.
- Braunwald E. (1974): Regulation of the circulation, N. Engl. J.
 Med. 290: 1124-1129.
- Carlson F.D. and Wilkie D.R. (1974): Muscle Physiology,
 Englewood Cliff, N.J. Prentice Hall, pp. 1-170.
- Chapman C.B. and Mitchell J.H. (1965): The Physiology of exercise, Sci. Am. 212 (5): 88-96.
- Evans W.F. (1976): Anatomy and Physiology, 2nd ed. Prentice
 Hall, Inc., Englewood Cliff, New Jersey.
- Fithch K.L. and Johnson P.B. (1977): Human life Science, Holt,
 Rinehart and Winston.
- Folkow B. and Neil E. (1971): Circulation, London, Oxford University Press, pp. 1-131.

- Goldsby R.A. (1979): Biology, 2nd. Ed. Harper and Row Publishers N.Y.
- Granit R. (1970): The basis of motor control, New York, Academic Press.
- Hodgkin A.L. (1964): The conduction of the nervous impulse,
 Springfield, III, Charles C. Thomas, Publisher.
- Kantin M. and Kinest G. (1986): Heart as an endocrine gland Sci.
 Am. (2): 30-37.
- Katz B. (1966): Nerve, muscle and synapse, New York, McGraw-Hill Books Co., pp. 1-141.
- Merton P.A. (1972): How we control the contraction of our muscles, Sci. Am. 226 (5): 30-37.
- Mountcastle V.B. (1974): Medical Physiology, ed. 13, St. Louis,
 The C.V. Mosby Co., pp. 603-677.
- Patton H.D., Sundsten J.W., Crill W.E. and Swanson P.D. (1976): Introduction to basic newrology, Philadelphia, W.B. Saunders Co., pp. 155-198.
- Routh J.I., Eyman D.P. and Burton D.J. (1976): A brief introduction to General Organic and Biochemistry, Philadelphia, W.B. Saunders Co., pp. 263-399.
- Spence A.P. and Mason E.B. (1979): Human Anatomy and Physiology. The Benjamin Cummings Publishing Comp. Inc., Menlo Park, California.

القهـــرس

١		مقدمة ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
	الفصل الأول ا خ لـــــية	
_		7 le 0
		مفهوم الخلية
•		البروتوبلازم ـ
٩	: الفشاء الخلوى	أولا
١.	: النصواة	ن اني
١.	١ _ الغلاف النووي	
١.	٢ ـ المصير النووى ـــــــــــــــــــــــــــــــــــ	
	٣ ـ النويـــــة	
١.	٤ _ الشبكية الكروماتينية	
	ء السيتوبلازم	මර
١١	١ _ الشبكة الإندوبلازمية	
11	۲ _ الميتوكوندريا	
۱۳	٣ _ جهاز جولجي	
۱۳	٤ ـ الجميمات المحللة أو الليسوسومات	
١٤	٥ _ الريورسومات	
11	٦ _ الجسم المركزى	
10		وظائف الخلية
۱٥	ر الخلية	انتقال المواد عبر
17	: الانتشار	أولا
17	١ _ انتشار الغازات	
17	٢ ـ اتتشار المواثل .	
۱۷	: تشتت المواد في الماء	ثاثيا

۱٧	١ ــ المحلول الجزيئي ـــــــــــــــــــــــــــــــــــ
۱٧	٧ _ المعلق
۱٧	٣ _ المحلول الغروى
۱۸	الله : الأسموزية
	رابعًا : النفاذية الاختيارية ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
44	خامىًا ؛ النقل غير النشط
44	سادماً : النقل النشط
	الفصل الثاني
	الإنزيمــــات
40	مفهرم الإنزيم
۲٦	المرافق الإنزيمي (الكوانزيم)
44	تسمية الإنزيمات
۲۸	تصنيف الإنزيمات
44	الإنزيمات المتماثلة (الأيزوانزيمات)
۳.	آلية عمل الإنزيم
	العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل الإنزيمي
	١ _ تركيز المادة الهدف
	٢ _ تركيز الإنزيم
	٣ ــ درجة الحرارة
	٤_ تركيز أيون الهيدروجين
	٥ _ وجود المثيطات وأنواعها
	أ_ الشيط العكسى
۲۲	ــ التغييط التنافسي
	_ التثبيط غير التنافسي
	ب_ الثبيط غير المكسى
	تنظيم فاعلية الإنزيم
	L. J. J. 1900

الفصل الثالث المسسواد الغذائية

3	الغذاء
٣٩	أنواع المواد الغذائية
٣٩	أولا ؛ المواد الغذائية العضوية
44	١ _ الكربوهيدرات
٤١	٢٠٠ _ المروتينات
٤٥	٣ _ الليبدات
٤٧	٤ _ الفيتامينات
00	ثانيًا ؛ المواد الغذائية غير العضوية
00	ـ ١ ـ الله
٥٧	٢ _ الأملاح المعنية
۸٥	أ _ الكالسوم
۸٥	ب _ الفوسفوريــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
۹٥	جــ الصوديوم
٦.	د ـ. اليوتاسيوم ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
٦٠	هــــــ الهود
٦٠	و _ الكلور
11	زے الحدید
	الفصل الرابع
	الهضــــم
	مفهوم الهضم
10	مراحل الهضم
70	أولا : القم
٦٨	ناني : المعدة
۷١	ثالثًا : الأمعاء الدقيقة
۷۱	١ ــ المصارة الصفراوية

	٢ _ العمارة البنكريامية
Yo.	٣ _ العصارة الموية
YY .	دور الهرمونات في عملية الهضم
	القصل الحامس
	الامتصـــاص
٨١.	مفهوم الامتصاص
	مراحل الامتصاص
AY.	كيفية الامتصاص
YA	١ ــ الكربوهيدرات
۸۳۰	٢ ـ البروتينات ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
AT .	٣ ـ الدهون ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
۸۳.	٤ _ الأيونات
A£ .	ه _ الفيتامينات
A£ .	7_1_1
	القصل السادس
	الأيض والطاقة
. ۷۸	مفهوم الأيض
۸٧ .	انطلاق الطاقة
٨٨ .	دور مركب أدينوسين ثلاثي الغوسفات في تبادل الطاقة
. ۸۹	تفاعلات الأكمدة والاختزال الأيضية
4.	الفسفرة التأكسدية
11.	أيض المواد الغذائية
41.	أولا : أيض الكربوهيدرات
11.	مصير الجلوكوز
۹۲.	١ _ عند المعدل الطبيعي لجلوكوز الدم
47 -	أ _ تصنيع الجليكوجين
	ب ـ مخلل الجليكوجين

	٢ _ عند المعدل الاقل من الطبيعي لجاركوز الدم	
17	_ أكسدة الجلوكوز	
	أ _ مخلل الجلوكوز	
١	ب ـ دورة كريس	
۱۰۳	ــ مــار البنتوز فوسفات ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	
1.1	تصنيع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراثية يسيسي	
1.7	جلوكوز الدم	
١٠٨	إخراج الجلوكوز في البول	
1.1 -	: أيض البروتينات	ليان
	مصير الأحماض الأمينية	
	١ ــ استخدام الأحماض الأمينية في تصنيع البروتينات	
111 _	والمركبات النيتروجينية غير البروتينية للمسسسس	
	٢ ـ أكسدة الأحماض الأمينية للحصول على الطاقة أو	
111	التحول إلى كربوهيدرات ودهون	
111	أ _ نزع مجموعة الأمين التأكسدي	
117 _	ب ــ نقل مجموعة الأمين ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	
114	دورة البولينا (اليوريا) أو الأررنيثين	
117	: أيض الدهون	ම ්
117	مصير الجليسرول	
117	مصير الأحماض الدهنية	
	الأجمام الكيتونية	
	*	طاحونة الأيضر
178		أهمية الكبد
	القصل السابع	
	دوران الدم	
179	•	الدم

179	وظائف اللم
171	مكونات اللم
المكونات الخلويةا	أولات
١ _ خلايا النم الحمراء ١٣١	
٢ _ خلايا الدم البيضاء ١٤١	
المكونات اللاخلوية ١٤٥	داني :
١ _ البلازما ١٤٥	
٢ الصفيحات الدمية ٢ كا	
731	تخثر الدم ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
184	فصائل الدم
10.	عامل الريسس
101	M , N Hole
ئى للدم ئى للدم	التركيب الكيميا
يروتينات النم	أولان
أنزيمات اللم ١٥٦	: 🕼
المركبات النيتروچينية غير البروتينية في الدم	. Giv
المركبات العضوية غير النيتروچينية في الدم	رابىك :
المركبات غير العضوية في الدم	خامساً :
170	القلب ـــــــــــــــــــــــــــــــــــ
177	تركيب القلب
174	آلية حركة القلب
177	النبض ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
171	ضغط اللم
178	الدورة الدموية
144	
الشرايين ـــــــــــــــــــــــــــــــــــ	أرلا :
الأرردة ١٧٧	

ثالثا : الشعيرات الدموية	
من ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	IJ
الأعضاء اللمفية	
١ ـ العاجال	
٢ _ اللوزتان	
٣ _ العقد اللمغية	
٤ _ الغدة الزعترية أو التيموسية	
القصل الثامن	
التنفيييين	
بهرم التنفس	į,
مامل التنفسمامل التنفس	
ة التنفس	Ĭ,
تظيم العميى للتنفس ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	ပါ
لمية التنفس	
ادل الغازاتادل الغازات	تبا
موامل المؤثرة على عملية التنفس	J
ه الأكسجين	
ير نقص الأكسجين	Û
الفصل التاسع	
الاخــــــراج	
نهوم الإخراج	in
جهاز البولي	
كيب الجهاز البولي	
مل الوحدة البولية	_
أولا : الترثيح	
ثانياً ؛ إعادة الامتصاص	

1.7	١ _ إعادة امتصاص الماء	
4.4	٢ _ إعادة امتصاص الجلوكوز	
	٣ إعادة امتصاص الصوديوم	
۲۰۳	٤ _ إعادة امتصاص الكلوريد والبيكربونات	
۲۰۳	: الافـــــراز	ಟ ು
۲۰۳	١ ـ افراز الهيدروجين ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	
	٢ - افراز الأمونيا	
۲٠٦	٣ _ إفراز اليوتاسيوم	
	الفصل العاشر	
	التوازن الحامضي القاعدي	
411	الحامضى القاعدي	مفهوم التوازن
*14		الأجهزة المنظم
1	: جهاز البيكربونات المنظم	أولا
	: جهاز الفرسفات المنظم	
711	: جهاز البروتين المنظم	් ප්ර
	: ולשונ	
317	: الكليتان	خامسا
	الفصل الحادى عشر	
	الجهاز العصــــــبى	
	الغصبى	
		_
44.		الخلية العصبية
	العمى	
	: الجهاز العصبى المركزى	
	: الجهاز المصيى الطرقي	
441		السيال العصبي

177	أرلا : خلال الليفة العصبية
***	ثانياً : عبر منطقة التشابك العصبي
270	الفعل الانعكامي
	القوس الانعكاسي
	الفصل الثاني عشر
	التوازن الهرموني
777	أتواع الغدد في الجسم
72+	الغدد الصماء
437	أولا ٢: علاقة الغدد الصماء بالجهاز العصبي
Y£+	ثانيًا : الهرمونات ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
137	ــ آلية عمل الهرمونات ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
137	١ ـ داخل الخلية ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
737	٢ _ خارج الخلية
724	(فالك) : أتواع الغدد الصماء
720	سل علم علمت السرير البصرى مسيسيسيسيسيسيسيسيسيسيسيسيسيسيسيسيسيسيسي
717	٧. ـ الفدة النخامية
107	٣ _ الغدة الدرقية
307	2 ــ الفدد جارات الدرقية ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
۸٥٢	 الغدتان الكظريتان أو فوق الكلويتين
Y7Y .	٦ ـ المبنكرياس . ـــــــــــــــــــــــــــــــــــ
777	٧ _ الغدد التناسلية
277	٨٠٠ المثينية
177	مع ـ غدد القناة الهضمية
FY Y	١٠ ـ الغد المنورية
777	١٠١ ــ الغدة الزعترية (التميوسية)
YYY	۱۲۰ لقل

الفصل الثالث عشر الحسسسركة

YAT	مفهوم الحركة
	الوحدة التركيبية في الجهاز الحركي
TAE	الألياف الحمراء والألياف البيضاء ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
	تصنيف العضلات ووظائفها
rae	أولا : العضلات المخطعة
	التغيرات المصاحبة للانقباض يسيسم
	أ _ في حالة غياب الأكسجين ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
	ب_ في حالة وجود الأكسجين
	ثانيًا : العضلات غير المعلطة ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
	الك : العضلات القلبية
371	التناسق الحركى
110	التحفيز العصبي للعضلات
٢٩٦	آلية انقباض العضلات
	الفصل الرابع عشر
	التكالـــــــــر
··	مفهوم التكاثر
	الجهاز التناسلي الذكرى
	الجهاز التناسلي الأنثوي
··v	دورة المبيض
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
'11'	دورة الثيق
	الحمل
11	
	من المسؤول عن تخديد جنس الجنين ؟
17	

الفصل الحامس عشر الفسيولوچيا العملية

414	: الكربوهيدرات	ولا
414	١ _ اخبار موليش	
***	٢ _ اختبار فهلنج	
441	٣ _ اختبار بنيليكت	
***	٤ _ اختبار بارفويد	
	٥ ـ اخبار اليود	
۳۲۳	ء البروتينات	نانياً
۳۲۳	١ _ تخضير محلول البروتين	
377	۲ _ تفاعل بيوريت	
440	٣ _ تفاعلات ترسيب البروتين	
771	: الليبيدات	الثا
۲۲۱	١ _ غلل المواد الدهنية	
227	٢ _ تفاعل الأكرولين	
٣٣٣	: الإنزيمات ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	رابحا
٣٣٣	١ _ تخلل النشا بواسطة الأميليز	
	٧ _ تأثير تركيز أيون الهيدروجين على فعالية الإنزيم ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	
270	۳ ــ تعيين فعالية إنزيمي GOT و GPT في مصل الدم	
224	: اللم	خامسا
779	١ _ موانع التجلط	
779	٢ _ الحصول على الدم	
	٣ _ إعداد البلازما	
۰٤۳	٤ _ إعداد المل	
78.	٥ ــ تعيين تركيز أيون الهيدروجين للدم	
	٦ _ تعيين السلوك الأسموزى لخلايا الدم الحمراء	
۳٤٣	٧ _ تعيين فصائل الدم وعامل الريسس Rh	

TEE	 ▲ المعايير الهيماتولوچية
T11	اً _ عد خلايا الدم الحمراء
TEA	ب_عد خلايا الدم البيضاء
TE1	جـ _ العد النوعى لخلايا الدم البيضاء
ToY	د _ تعيين كمية الهيموجلوبين
ToT	هـ _ تعيين قيمة الهيماتوكريث
T00	و _ تعيين معدل ترسيب خلايا الدم الحمراء _
	ز _ حساب مؤشرات خلايا الدم الحمراء
To7	ح_ تعيين زمن التجلط
TOY	سادساً : البول
ToV	١ ــ الكشف عن المكونات الطبيعية للبول ـــــــــــــــــــــــــــــــــ
ToV	أ _ الكلور
	ب _ الكبريتات
	جــــ الفوسفات
T09	د _ البولينا (اليوريا)
	هــــ حامض البوليك (اليوريك)
77.1	و _ الكرياتينين
777	٢ ــ الكشف عن المكونات المرضية في البول
T77	أ _ البروتينات
T77	ب _ الجلوكوز
777	جــ الأجسام الكيتونية
T71	د ــ الدم أو الهيموجلوبين ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
	هـــ أصياغ الصغراء ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
T70	و _ أملاح الصفراء
T77	ز ــ الرواسب البولية ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
٣٧١	
TVT	